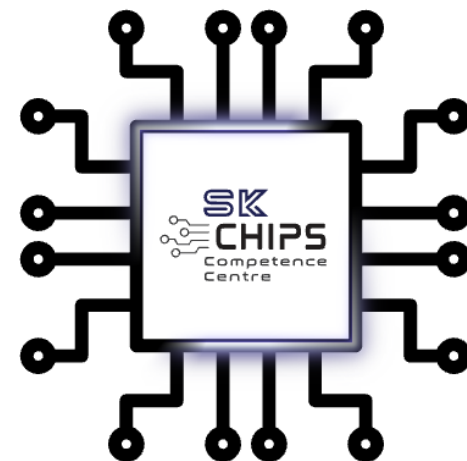




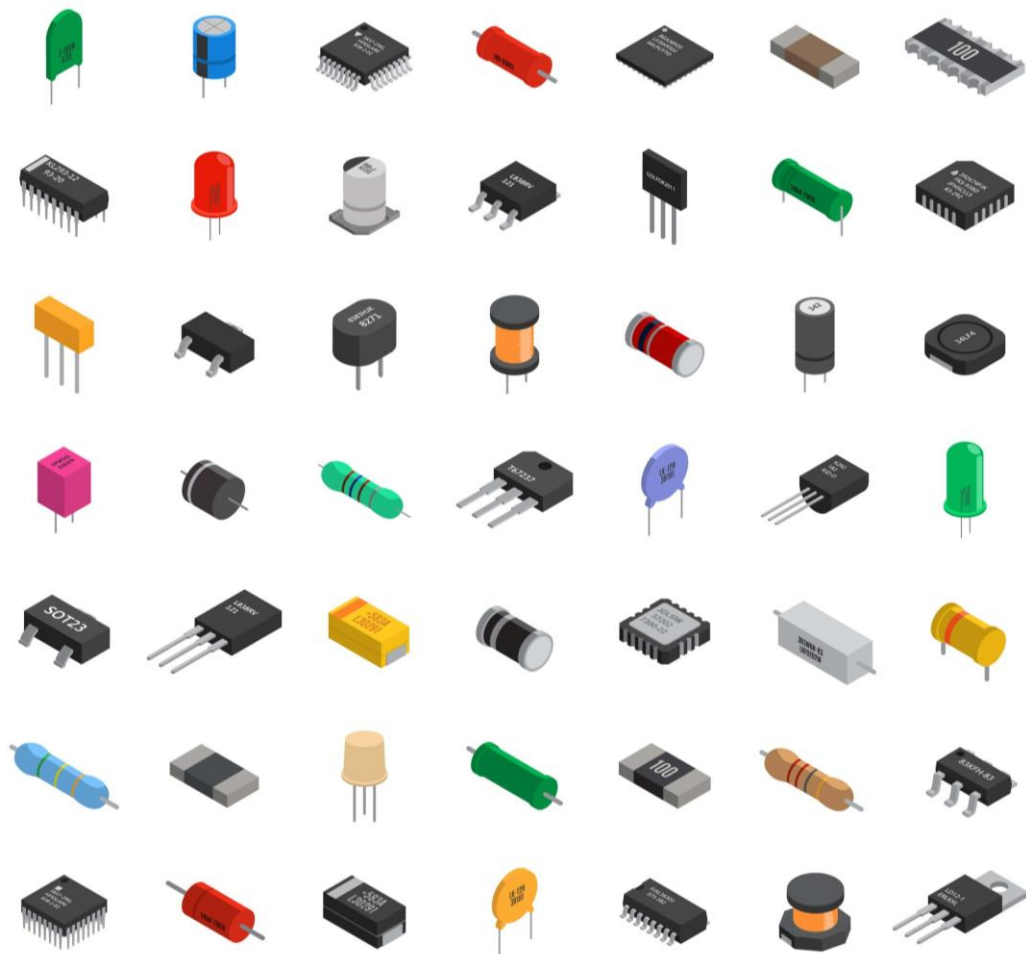
Pasívne súčiastky

06.10.2026

Ing. Robert Szobolovszký, PhD.,
Nikola Gvistová,
Ing. Michal Pifko



Čo sú elektronické súčiastky?



Elektronické obvody sa skladajú z rôznych súčiastok, ktoré majú rôzne funkcie.

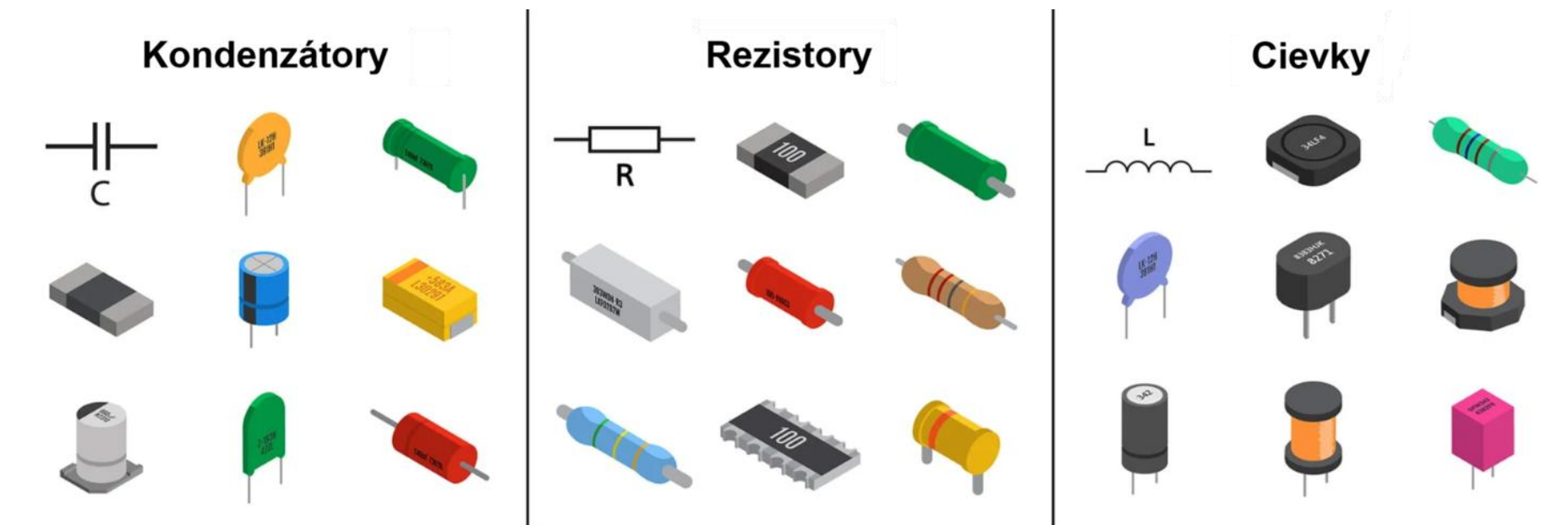
Pasívne súčiastky

- Rezistor
- Kondenzátor
- Cievka
- Transformátor

Aktívne súčiastky

- Diódy
- Tranzistory
- Operačné zosilňovače
- Integrované obvody

Čo znamená „pasívna súčiastka“ ?



Pasívna súčiastka je elektronický prvok, ktorý nevytvára energiu, ale mení tok elektrickej energie v obvode (napr. odporom, kapacitou alebo indukčnosťou).

Pasívne súčiastky môžu napríklad: **obmedzovať prúd, ukladať energiu, uvoľňovať energiu, filtrovať signály, meniť časový priebeh signálu, vytvárať frekvenčne závislé obvody**

Rezistory

Jednotka odporu je [Ω]

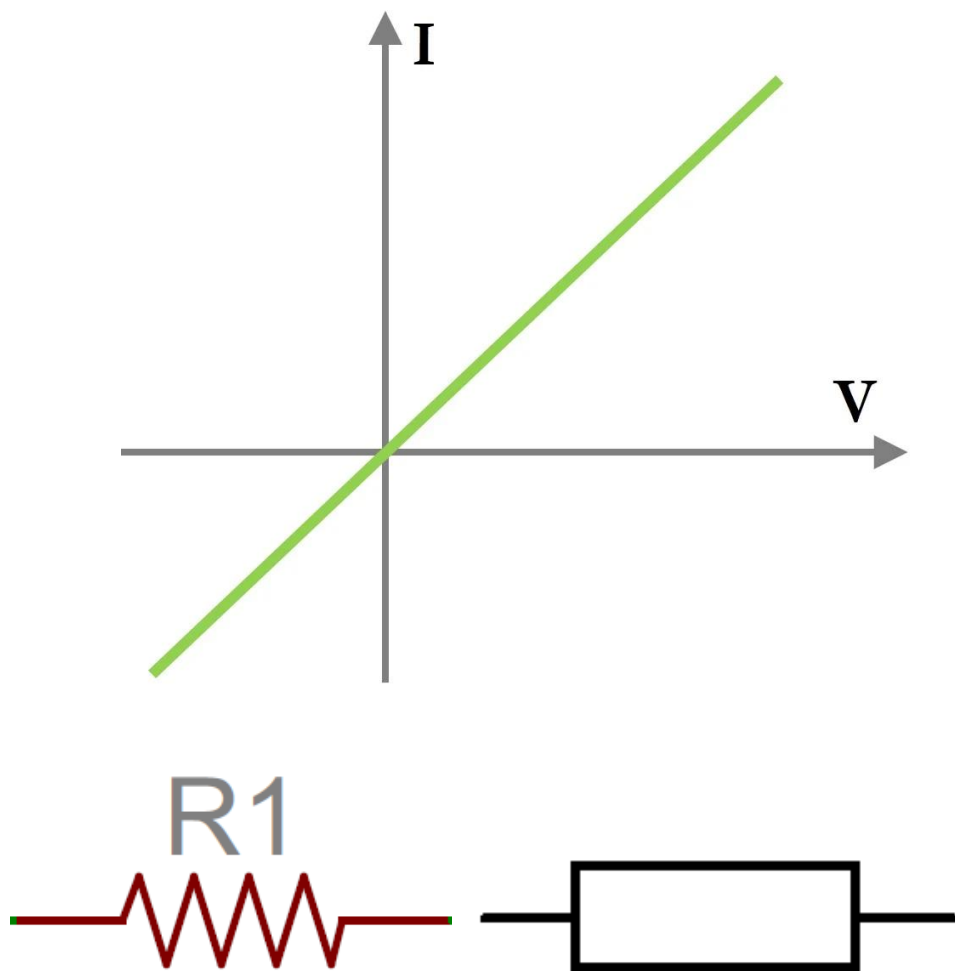
Obmedzuje prúd a premieňa elektrickú energiu na **teplo**.

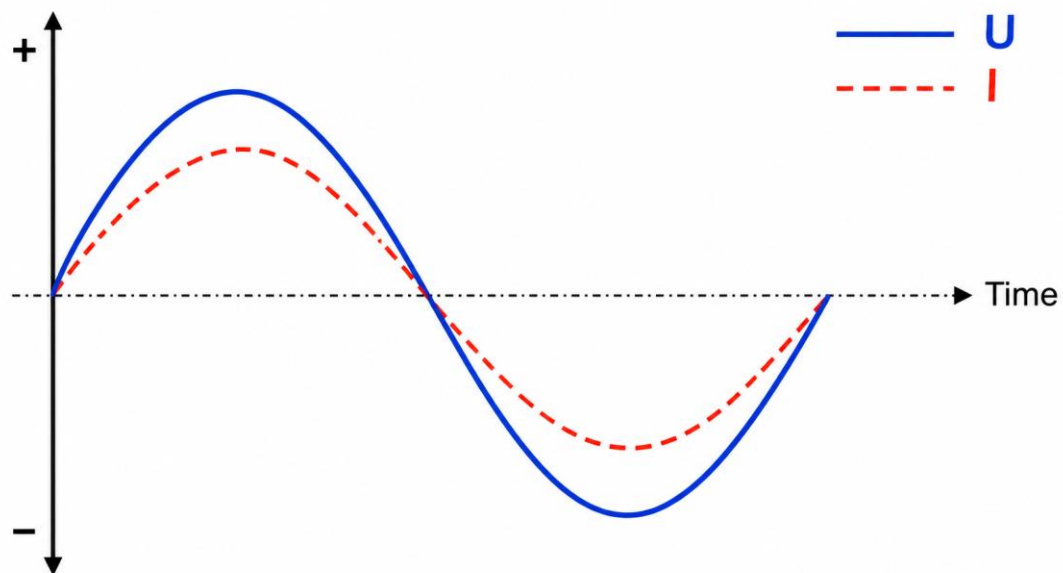
Základný vzťah:

$$I = \frac{U}{R}$$

Rezistor teda určuje **vzťah** medzi **napätím a prúdom** v obvode.

Ak zvýšime napätie dvakrát, pri konštantnom odpore sa dvakrát zvýši aj prúd.





Rezistor a striedave napätie

Pri sínusovom napätí:

$$u(t) = U_M \sin(\omega t)$$

Bude aj prúd sínusový:

$$i(t) = I_M \sin(\omega t)$$

Pri ideálnom rezistore:

$$\varphi = 0^\circ$$

Hovoríme že **prúd a napätie sú vo fáze**. Keď napätie dosiahne maximum, maximum dosahuje aj prúd.

Čo vlastne znamená elektrický odpor? :



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

kde:

R — elektrický odpor [Ω]

ρ — merný elektrický odpor materiálu [$\Omega \cdot \text{m}$]

L — dĺžka vodiča [m]

A — prierez vodiča [m^2]

Máme vodič a pripojíme naň napätie.

Elektrické pole vo vodiči pôsobí na voľné elektróny a **dáva ich do pohybu** určitým usmerneným smerom. Tým vzniká **prúd**.

Lenže elektróny sa v materiáli **nezrýchľujú donekonečna**.

Narážajú do:

- Atómov kryštálovej mriežky
- Nečistôt
- Porúch kryštálovej štruktúry
- Pri vyšších teplotách aj výraznejšie do kmitajúcich atómov

Pri týchto zrážkach **odovzdávajú časť energie materiálu**.

Takže **elektrický odpor** je **vlastnosť materiálu**, ktorá **obmedzuje usmernený pohyb nosičov náboja** a premieňa elektrickú energiu najmä na **tepelnú energiu**.

Sériové zapojenie rezistorov.

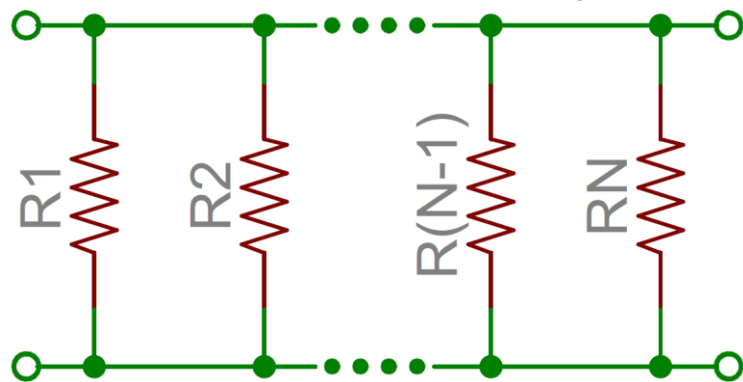
Pri sériovom zapojení rezistorov sa ich odpor sčítava.



$$R_{tot} = R_1 + R_2 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

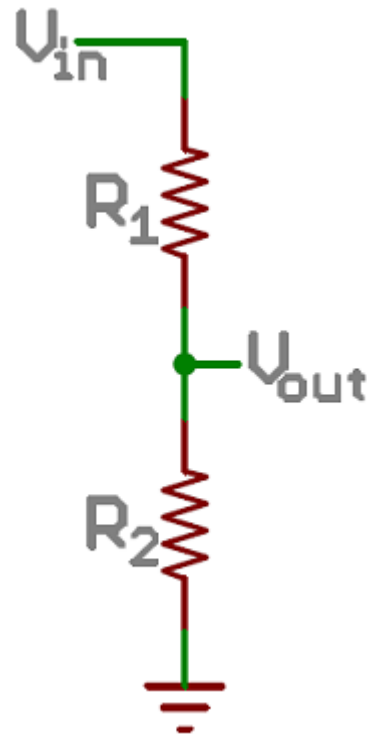
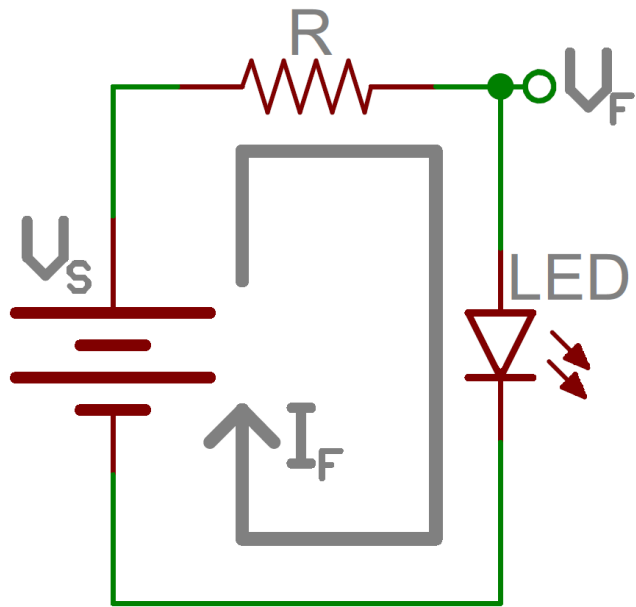
Paralelné zapojenie rezistorov.

Pri paralelnom zapojení rezistorov sa výsledný odpor riadi vzťahom



$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{N-1}} + \frac{1}{R_N}$$

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



Rezistor patrí medzi najčastejšie používané pasívne elektronické súčiastky

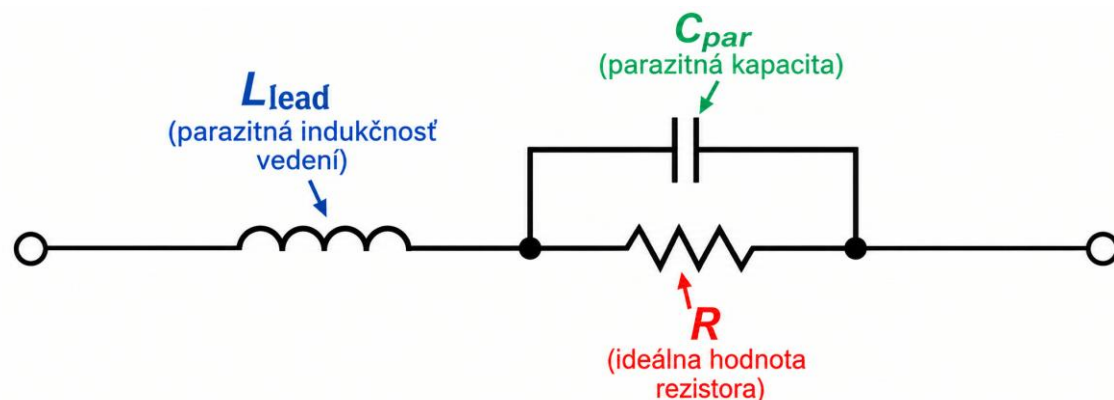
Už jeden rezistor dokáže obmedziť prúd

Dva rezistory nám umožňujú meniť napätie (smerom dole)

$$R = \frac{V_S - V_F}{I_F}$$

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Reálny rezistor:



Reálny rezistor nie je ideálny prvok – okrem odporu má aj nežiaduce **parazitné vlastnosti**.

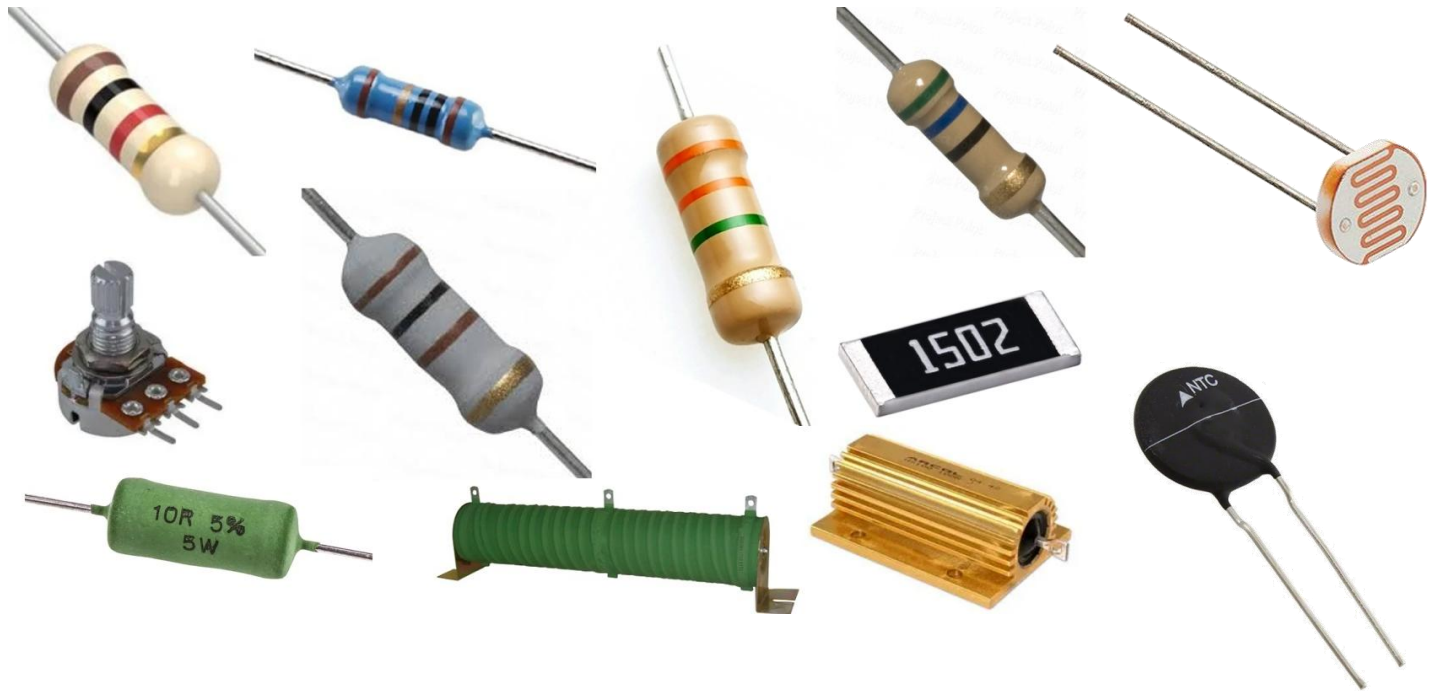
Parazitná indukčnosť L_{lead} vzniká najmä v dôsledku prívodov a spojov. Pri vyšších frekvenciách môže ovplyvniť impedanciu rezistora.

Parazitná kapacita C_{par} vzniká medzi jednotlivými časťami rezistora a jeho vývodmi. Pri vysokých frekvenciách umožňuje kapacitnú väzbu signálu.

R predstavuje **ideálnu hodnotu** odporu rezistora.

Dôsledok: **So zvyšujúcou sa frekvenciou** sa reálne správanie rezistora **odlišuje od jednoduchého modelu** R .

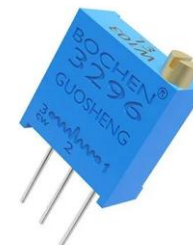
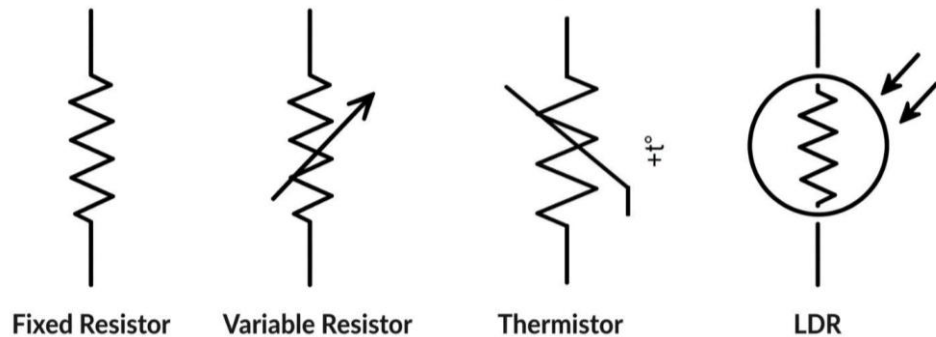
Typy rezistorov:



Pevné
metalizované
uhlíkové
drôtové

Premenlivé
potenciometer
trimer

Závislé od fyzikálnej veličiny
NTC / PTC – teplota
LDR – svetlo
varistor – napätie



Parametre rezistorov

Products (1.311.559) | Images | Newest Products

Types of Resistors | List | Images

- Carbon Composition Resistors (1)
- Ceramic Composition Resistors (1.462)
- Chassis Mount Resistors (27.110)
- Current Sense Resistors (51.105)
- Film Resistors (1.036.947)
- High Frequency/RF Resistors (1.372)
- MELF Resistors (32.359)
- Metal Foil Resistors (2.342)
- Metal Oxide Resistors (12.950)
- Resistor Hardware (139)
- Resistor Kits (268)
- Resistor Networks & Arrays (34.749)

Results: **1.311.559** | Smart Filtering

Applied Filters: Passive Components | Resistors

Manufacturer	Termination Style	Resistance	Power Rating
---- Most Popular ----			
Vishay	Axial	0 Ohms	4 mW
YAGEO	Bolt-On	10 uOhms	5 mW
Panasonic	Crimp	12 uOhms	6 mW
KOA Speer	DIP	25 uOhms	8 mW
TE Connectivity	Flange	33 uOhms	10 mW
Bourns	Hook	40 uOhms	12.5 mW
SEI Stackpole	J-Hook	41.7 uOhms	15 mW
Ohmite	Lug	42 uOhms	18.9 mW
	MELF	50 uOhms	20 mW
	PC Pin	62.5 uOhms	20 mW (1/50 W)
	Quick Connect	80 uOhms	25 mW
	Radial	83 uOhms	25 mW (1/40 W)
	Radial Lug	83.3 uOhms	30 mW (1/32 W)
	Screw	100 uOhms	31 mW
	Screw Mount	125 uOhms	31.25 mW (1/32 W)
---- A to Z ----			
ABB			
Adafruit			
Advanced Energy			
Avantech			
Alpha (Taiwan)			
Alps Alpine			

Odpor $R[\Omega]$ – základný parameter, napr. 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω .

Menovitý výkon $P[W]$ – koľko tepla môže rezistor dlhodobo odvádzať, napr. 0,25 W, 0,5 W, 1 W, 5 W.

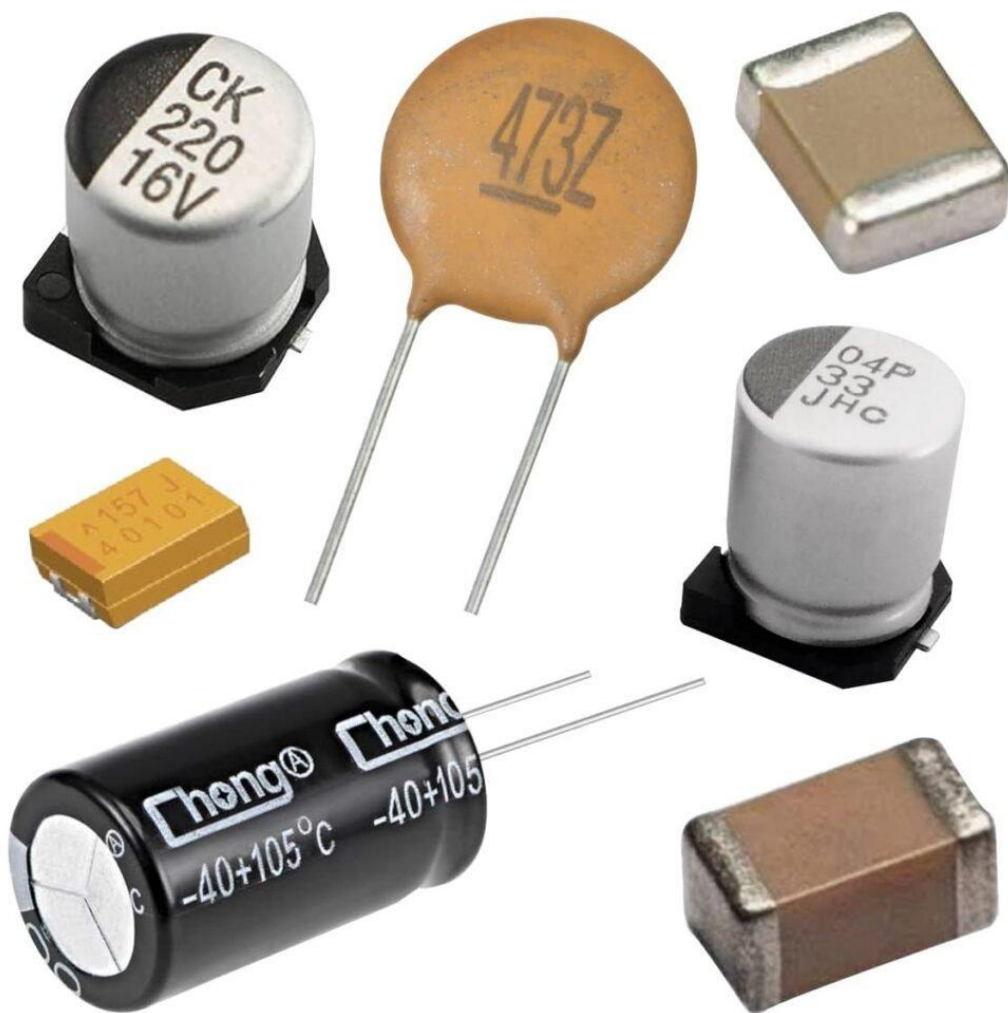
Tolerancia [%] – o koľko sa skutočný odpor môže líšiť od menovitého, napr. $\pm 1\%$, $\pm 5\%$.

Teplotný koeficient [ppm/°C] – ako sa odpor mení s teplotou; dôležitý hlavne pri presných obvodoch.

Typ/konštrukcia rezistora – napr. uhlíkový, metal-film, drôtový, výkonový, SMD...

Rozmery a puzdro – napr. THT 0,25 W alebo SMD 0805, 1206 atď.

Kondenzátor



Kondenzátor pozostáva z:

- dvoch vodivých elektród
- dielektrika medzi nimi

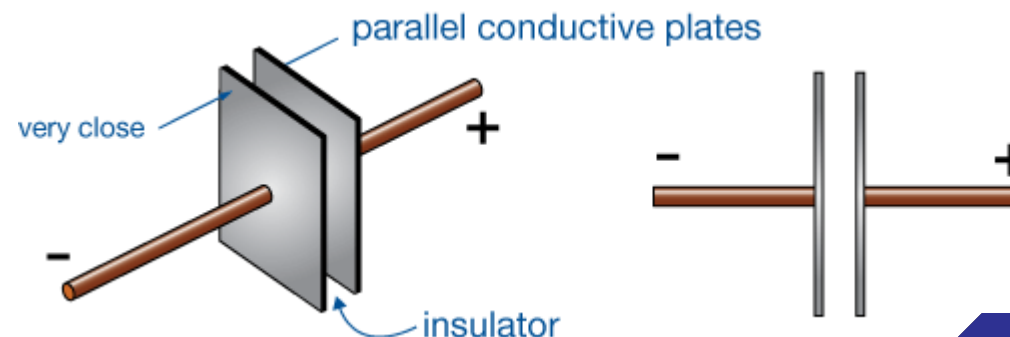
Jeho základnou vlastnosťou je kapacita - **C**

Jednotka je farad - **F**

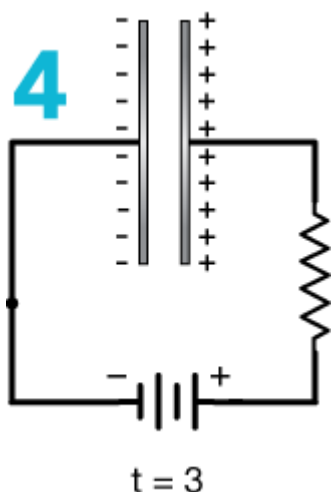
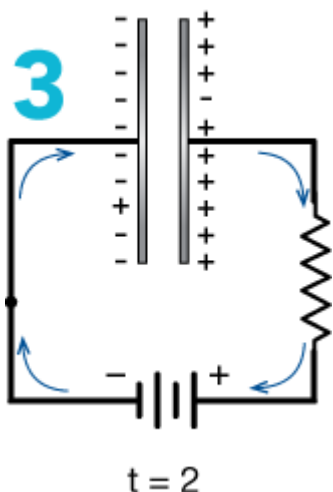
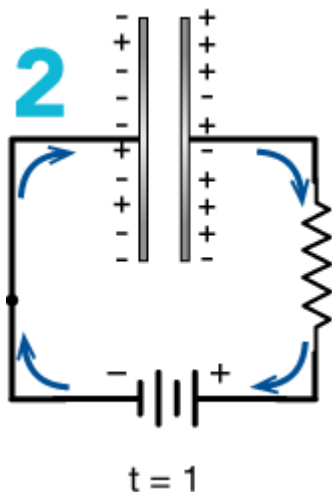
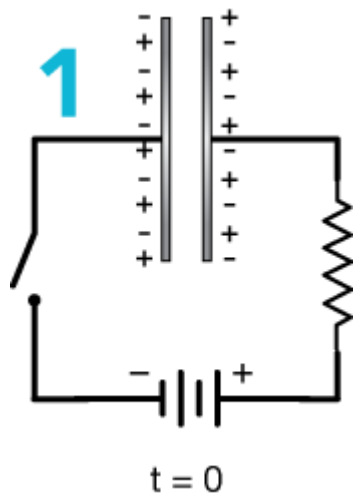
Kondenzátor ukladá energiu do elektrického poľa

Súčiastky ktoré dokážu ukladať energiu nazývame aj **reaktívne súčiastky**.

$$E = \frac{1}{2}CU^2$$



Kondenzátor pri jednosmernom napätí:



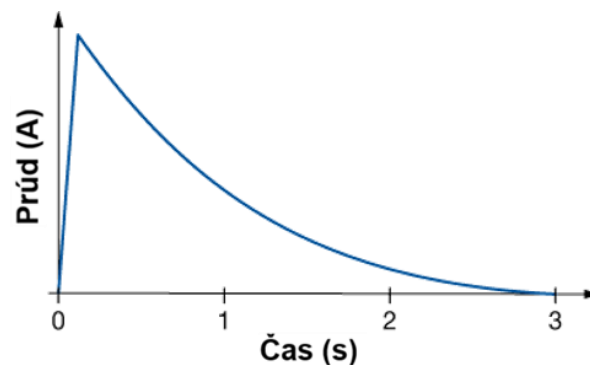
Pri pripojení DC napätia sa kondenzátor **začne nabíjať**. Začneme **presúvať náboj** a teda tečie **prúd**

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

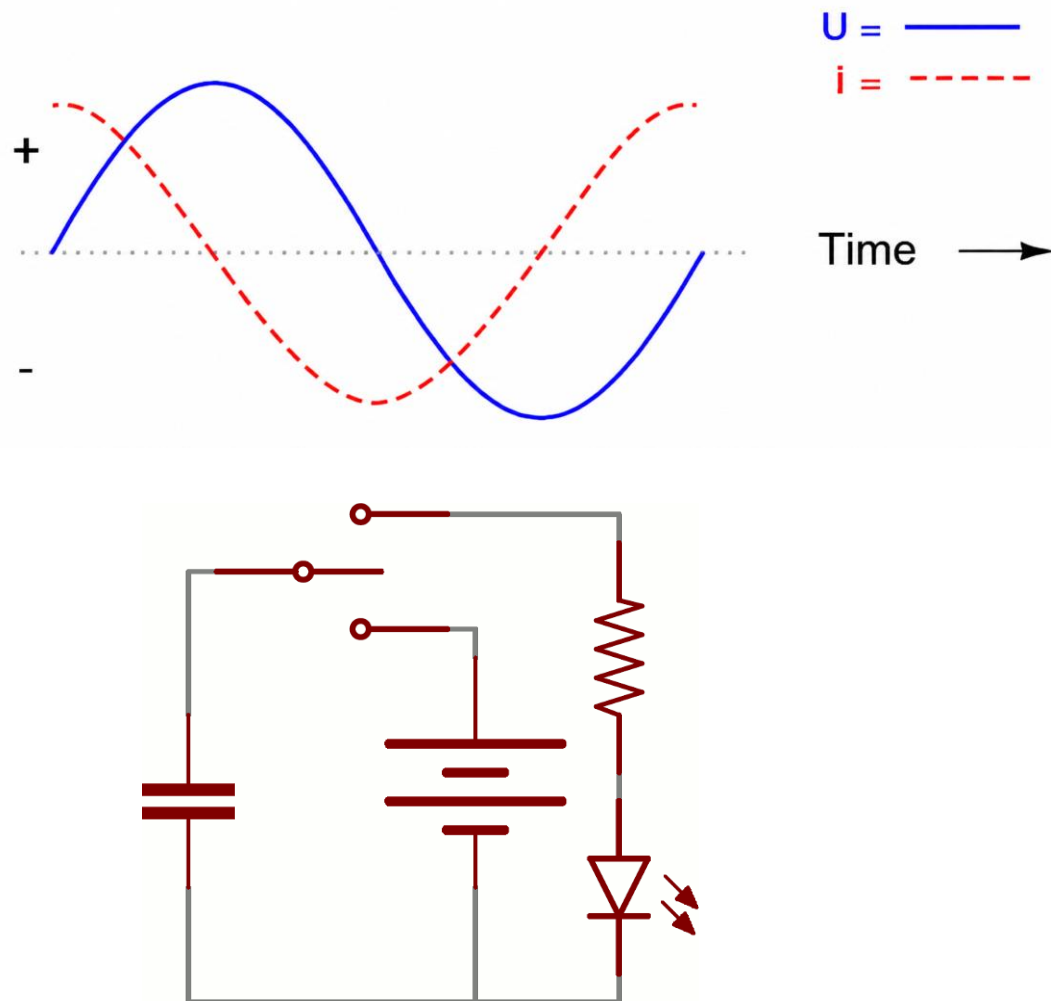
Po nabití sa **tok prúdu zastaví**. Náboj je patrične rozložený tak aby zodpovedal napätiu a nastane rovnováha.

Kondenzátorom **prúdi prúd počas prechodového deju**, ale počas **ustáleného stavu už prúd neprepúšťa**.

Kondenzátor sa snaží **udržiavať napätie** a bráni sa jeho zmene



Kondenzátor pri striedavom napätí:



Kondenzátor ukladá energiu v podobe elektrického poľa medzi elektródami.

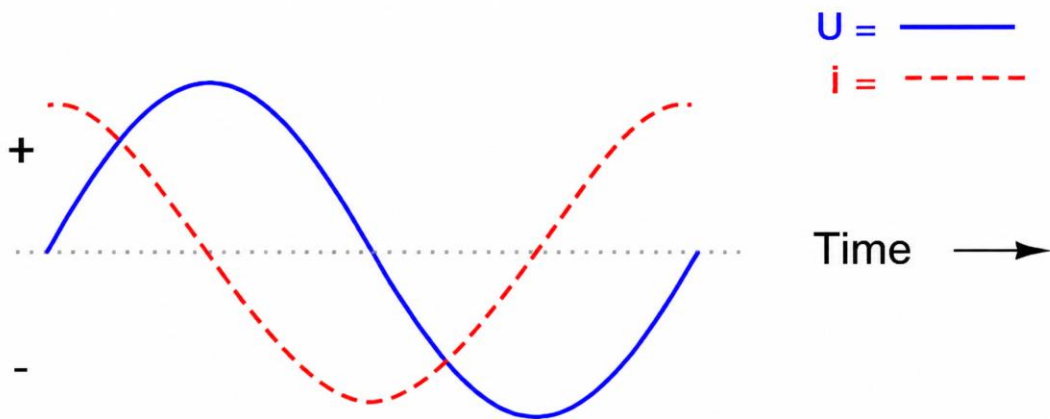
Prúd a napätie kvôli tomuto nemôže byť vo fáze. Nastáva fázový posun. Prúd totiž tečie iba pri zmene napätia (resp. nabíjaní/ vybíjaní) . **Prúd kondenzátorom súvisí so zmenou napätia.** Čím rýchlejšie sa napätie mení, tým väčší prúd kondenzátorom tečie.

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

Ak si nakreslíme tento jav zistíme že **priebeh prúdu predbieha priebeh napätia**. V ideálnom prípade je fázový posun prúdu

$$\varphi = +90^\circ$$

Kondenzátor pri striedavom napätí:



Pri AC napätí sa kondenzátor **neustále** nabíja → vybíja → nabíja → vybíja

Preto ním môže pretekať **striedavý prúd**. Veľkosť prúdu závisí od:

- Kapacity
- Frekvencie
- Napätia

Pre striedavý signál zavádzame pojem **kapacitná reaktancia**

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Jednotkou je Ω . Pretože ma charakter odporu.

Čím **vyššia frekvencia**, tým **menšia kapacitná reaktancia**.
Teda kondenzátor kladie **vysokofrekvenčnému signálu** menší „odpor“ než nízko-frekvenčnému.

Sériové zapojenie kondenzátorov.

Pri sériovom zapojení kondenzátorov sa ich spoločná kapacita riadi vsťahom

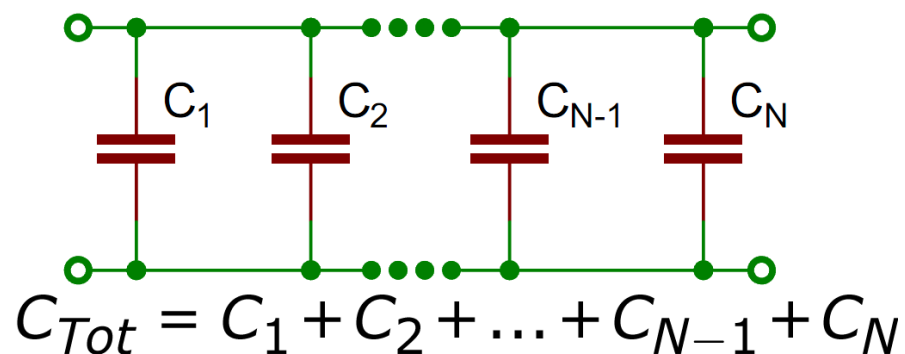


$$\frac{1}{C_{Tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_{N-1}} + \frac{1}{C_N}$$

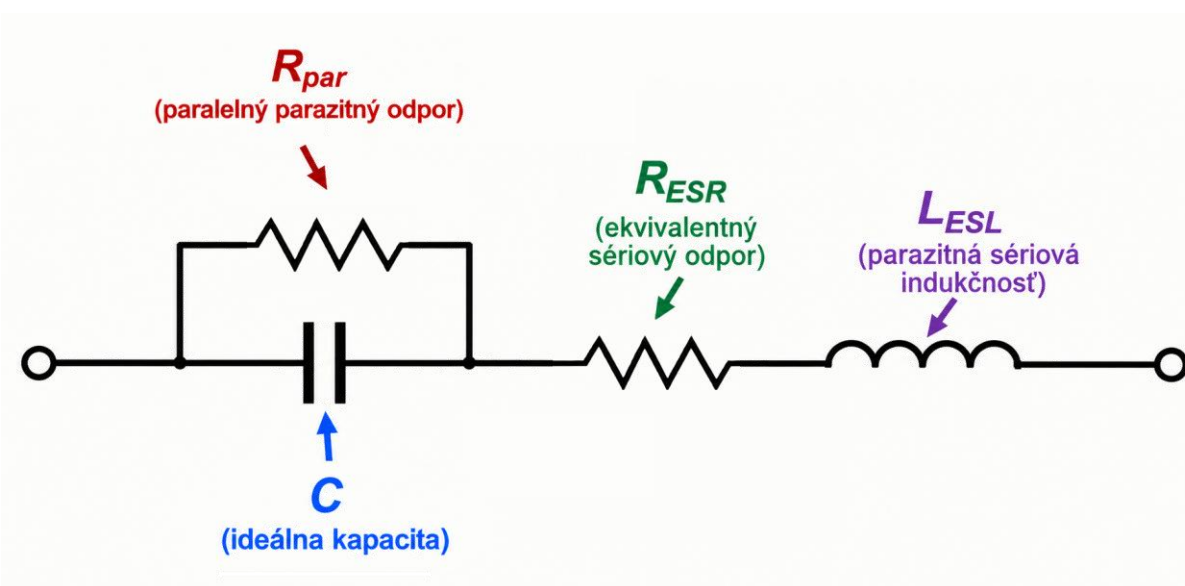
$$C_{Tot} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Paralelné zapojenie kondenzátorov.

Pri paralelnom zapojení kondenzátorov sa výsledná kapacita sčíta



Reálny kondenzátor:



Ideálny kondenzátor C je doplnený o parazitné vlastnosti, ktoré vznikajú vplyvom konštrukcie a pripojenia súčiastky.

Paralelný parazitný odpor R_{par} predstavuje nedokonalú izoláciu medzi elektródami a spôsobuje malý únikový prúd.

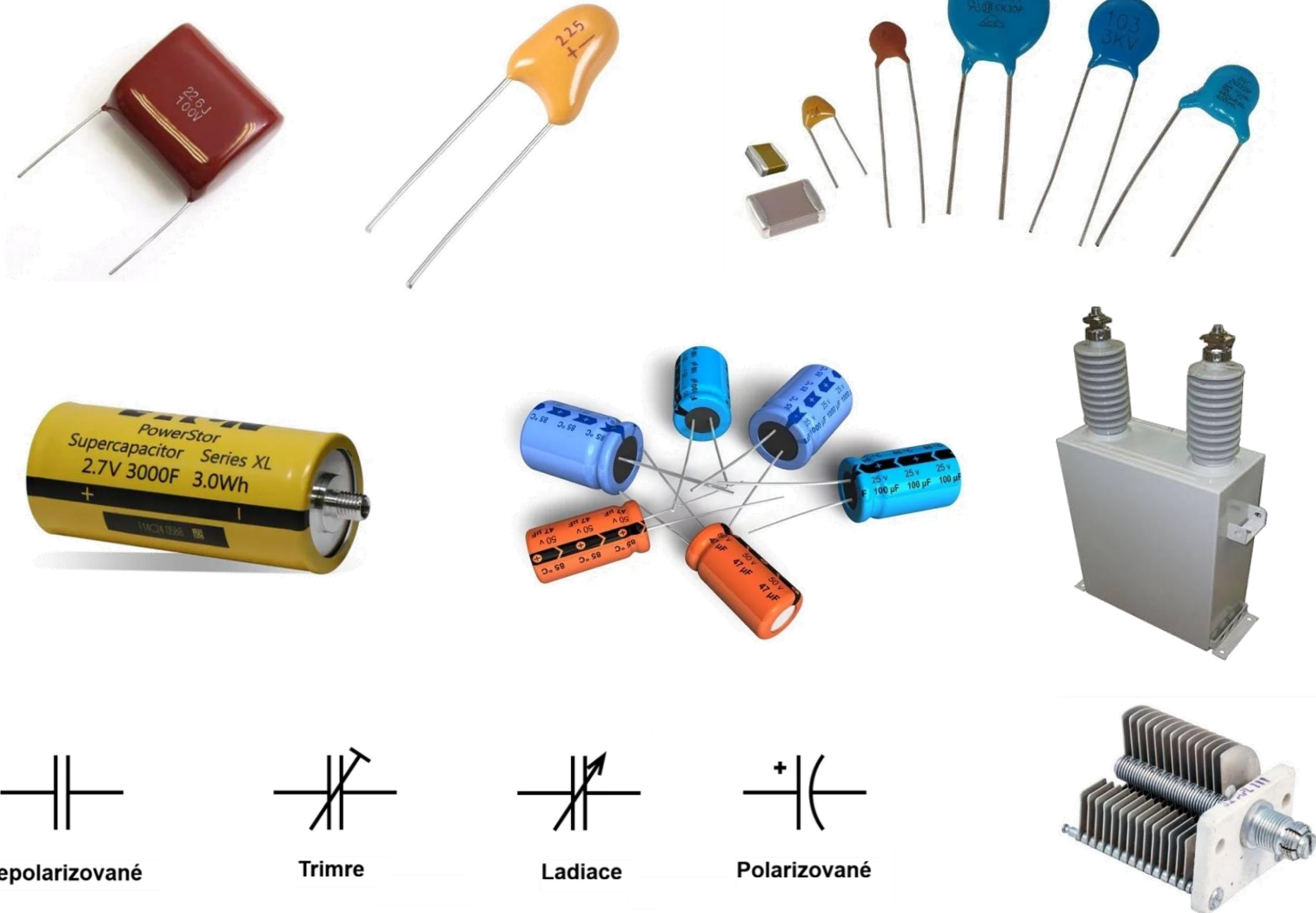
ESR – ekvivalentný sériový odpor R_{ESR} predstavuje straty v kondenzátore a jeho prívodoch.

ESL – parazitná sériová indukčnosť L_{ESL} vzniká najmä v dôsledku vývodov a vnútorných spojov.

Pri vyšších frekvenciách začínajú parazitné parametre výrazne ovplyvňovať správanie kondenzátora.

Reálny kondenzátor sa preto od ideálneho správa odlišne – jeho impedancia závisí od frekvencie.

Typy kondenzátorov:



Pevné

- keramické
- fóliové
- elektrolytické
- tantalové

Premenlivé

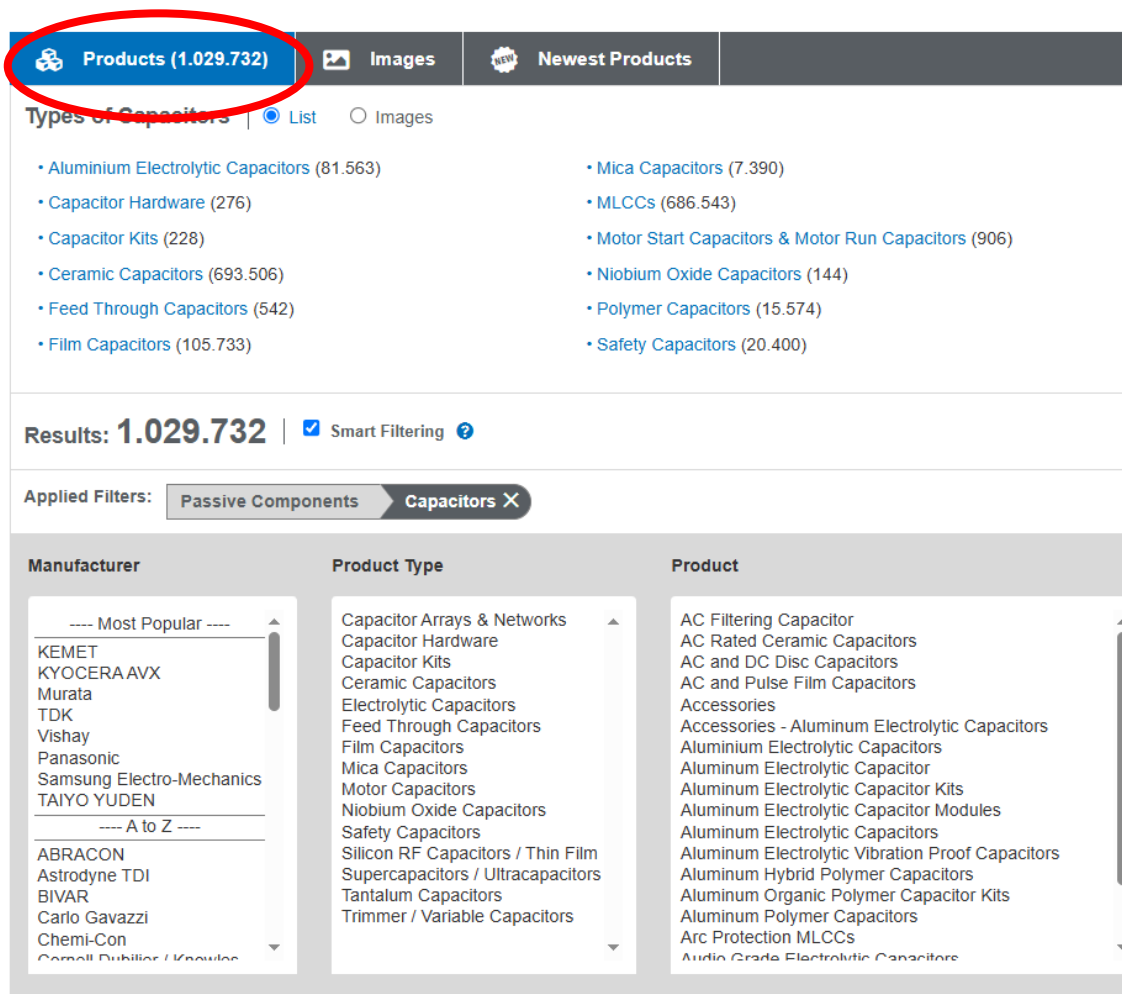
- otočné kondenzátory
- trimre

Špeciálne

- superkondenzátory
- motorové kondenzátory
- vysokonapäťové kondenzátory

Pozor: Elektrolytické a tantalové kondenzátory sú **polarizované**.

Parametre kondenzátorov:



Products (1.029.732) | Images | Newest Products

Types of Capacitors | ☒ List ☐ Images

- Aluminium Electrolytic Capacitors (81.563)
- Capacitor Hardware (276)
- Capacitor Kits (228)
- Ceramic Capacitors (693.506)
- Feed Through Capacitors (542)
- Film Capacitors (105.733)
- Mica Capacitors (7.390)
- MLCCs (686.543)
- Motor Start Capacitors & Motor Run Capacitors (906)
- Niobium Oxide Capacitors (144)
- Polymer Capacitors (15.574)
- Safety Capacitors (20.400)

Results: **1.029.732** | ☒ Smart Filtering ?

Applied Filters: **Passive Components** **Capacitors** X

Manufacturer	Product Type	Product
--- Most Popular ---	Capacitor Arrays & Networks	AC Filtering Capacitor
KEMET	Capacitor Hardware	AC Rated Ceramic Capacitors
KYOCERA AVX	Capacitor Kits	AC and DC Disc Capacitors
Murata	Ceramic Capacitors	AC and Pulse Film Capacitors
TDK	Electrolytic Capacitors	Accessories
Vishay	Feed Through Capacitors	Accessories - Aluminum Electrolytic Capacitors
Panasonic	Film Capacitors	Aluminium Electrolytic Capacitors
Samsung Electro-Mechanics	Mica Capacitors	Aluminum Electrolytic Capacitor
TAIYO YUDEN	Motor Capacitors	Aluminum Electrolytic Capacitor Kits
--- A to Z ---	Niobium Oxide Capacitors	Aluminum Electrolytic Capacitor Modules
ABRACON	Safety Capacitors	Aluminum Electrolytic Capacitors
Astrodyne TDI	Silicon RF Capacitors / Thin Film	Aluminum Electrolytic Vibration Proof Capacitors
BIVAR	Supercapacitors / Ultracapacitors	Aluminum Hybrid Polymer Capacitors
Carlo Gavazzi	Tantalum Capacitors	Aluminum Organic Polymer Capacitor Kits
Chemi-Con	Trimmer / Variable Capacitors	Aluminum Polymer Capacitors
Cornell Dubilier / Kemet		Arc Protection MLCCs
		Audio Grade Electrolytic Capacitors

Kapacita $C[F]$ – základný parameter, napr. 100 nF, 10 μF , 470 μF .

Menovité napätie $[V]$ – maximálne napätie, ktoré môže byť na kondenzátore.

Tolerancia $[%]$ – o koľko sa skutočná kapacita môže líšiť od menovitej.

Typ dielektrika / technológia – napr. keramický, fóliový, elektrolytický, tantalový...

Polarita – či je kondenzátor polarizovaný. Pri elektrolytických kondenzátoroch je veľmi dôležitá.

ESR – vnútorný sériový odpor; dôležitý hlavne pri filtrácii, spínaných zdrojoch a väčších prúdoch.

Teplotný rozsah – napr. -40 až $+105$ $^{\circ}C$.

Rozmery a puzdro – napr. THT, SMD 0805, radiálny elektrolyt atď.

Cievky



Cievka pozostáva z **vinutého vodiča a jadra**

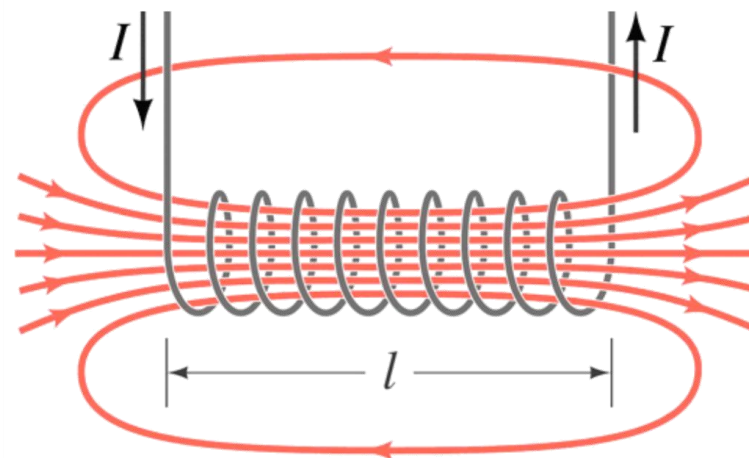
Jadro môže byť aj vzduchové

Jej základnou vlastnosťou je indukčnosť - **L**

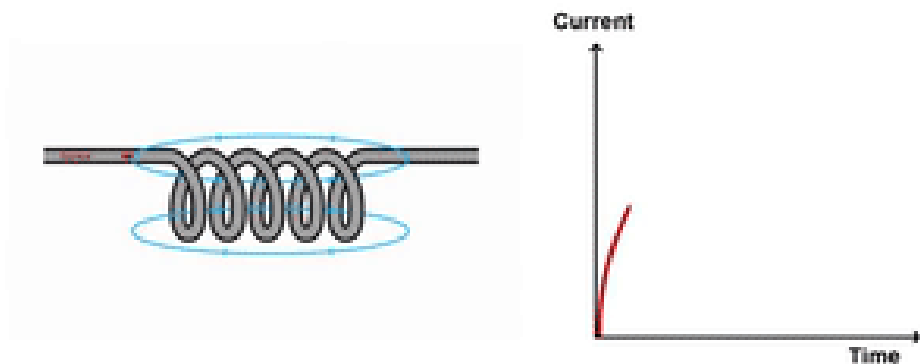
Jednotkou je Henry - **H**

Cievka ukladá energiu do **magnetického poľa**

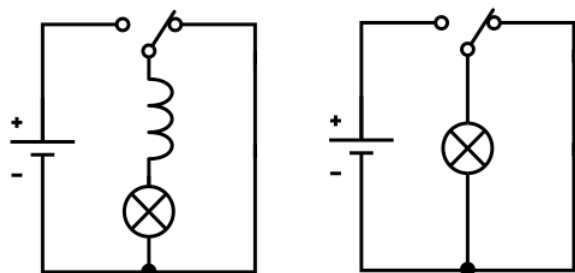
Rovnako ako kondenzátor, aj **cievka patrí medzi reaktívne súčiastky**



Cievka pri jednosmernom napätí:



$$E = \frac{1}{2}LI^2$$



Cievka využíva na svoju funkciu vytváranie **magnetického poľa** **prechodom prúdu cez vodič**

Pri pripojení DC napätia sa **cievka bráni rýchlej zmene prúdu**

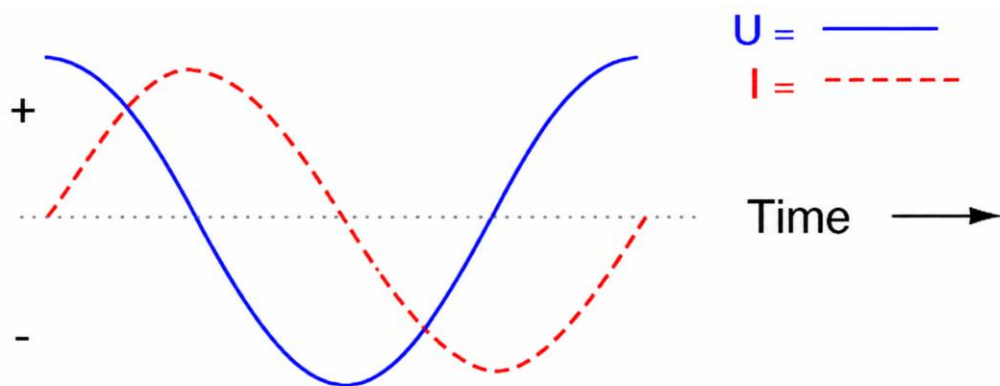
Zmena prúdu vytvára meniace sa magnetické pole, ktoré v cievke indukuje napätie pôsobiace proti zmene prúdu. Preto pri pripojení DC napätia prúd narastá postupne.

S tým sa aj buduje čoraz väčšie magnetické pole v okolí cievky

Prúd vytvára magnetické pole → pri raste prúdu sa buduje magnetické pole → ukladá sa energia

Pri ideálnej cievke sa po ustálení **pri jednosmernom napätí správanie približuje skratu**. V skutočnej cievke je prúd obmedzený najmä odporom vinutia a vlastnosťami zdroja

Cievka pri striedavom napätí:



Cievka ukladá energiu v podobe magnetického poľa v jadre a v okolí vinutia

Prúd a napätie kvôli tomuto nemôže byť vo fáze. Nastáva fázový posun.

Cievka sa bráni zmene prúdu pri zmene napätia

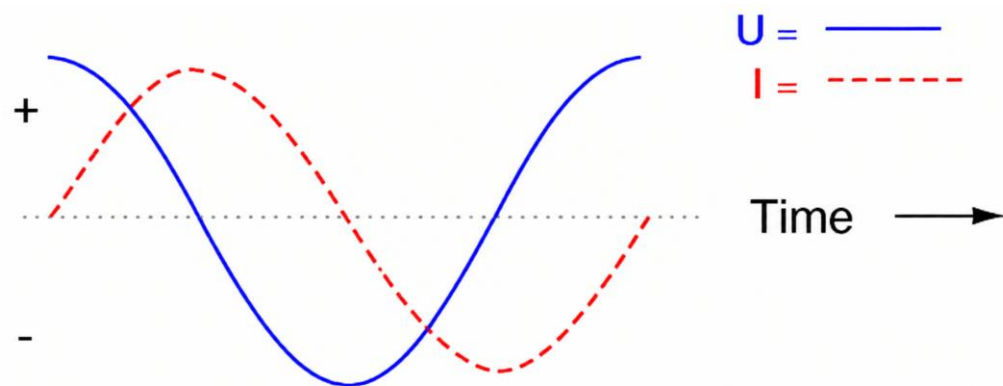
Nárast prúdu je tým pádom oneskorený.

$$u = L \frac{di}{dt}$$

Ak si nakreslíme tento jav zistíme že priebeh prúdu zaostáva za priebehom napätia. V ideálnom prípade je fázový posun prúdu

$$\varphi = -90^\circ$$

Cievka pri striedavom napätí:



Na rozdiel od kondenzátora pri AC napätí sa cievka bráni zmene prúdu. Aj keď je počiatočný prúd nulový, cievka **obmedzuje jeho rýchlosť nárastu**. A teda pri **rýchlych zmenách je pretekajúci prúd menší**

Pre striedavý signál zavádzame pre cievky pojem **induktívna reaktancia**

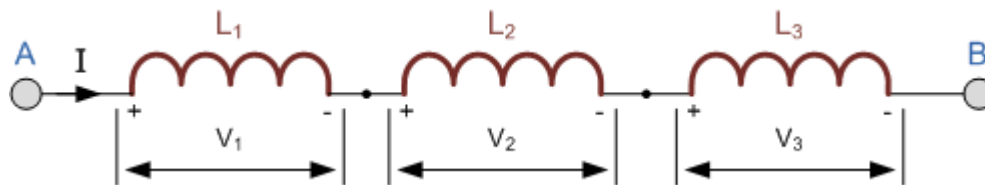
$$X_L = 2\pi f L$$

Jednotkou reaktancie je **ohm [Ω]**, rovnako ako pri odpore. **Reaktancia** však **opisuje správanie súčiastky** voči striedavému prúdu a **závisí od frekvencie**.

Čím **vyššia frekvencia**, tým **vyššia indukčná reaktancia**. Teda cievka kladie **vysokofrekvenčnému signálu väčší „odpor“** než nízko-frekvenčnému.

Sériové zapojenie cievok.

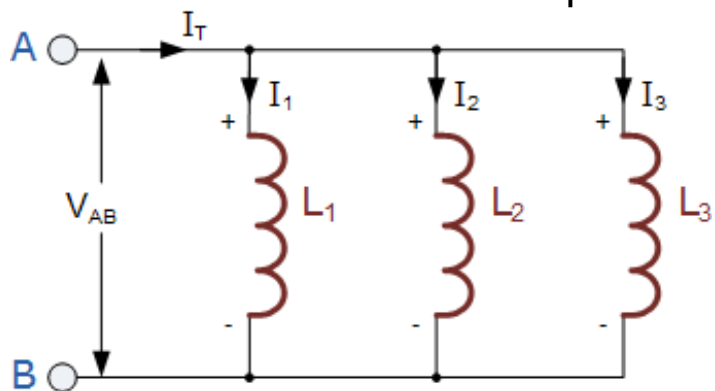
Pri sériovom zapojení cievok sa ich spoločná indukčnosť sčíta



$$L_{\text{total}} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n \text{ etc.}$$

Paralelné zapojenie cievok.

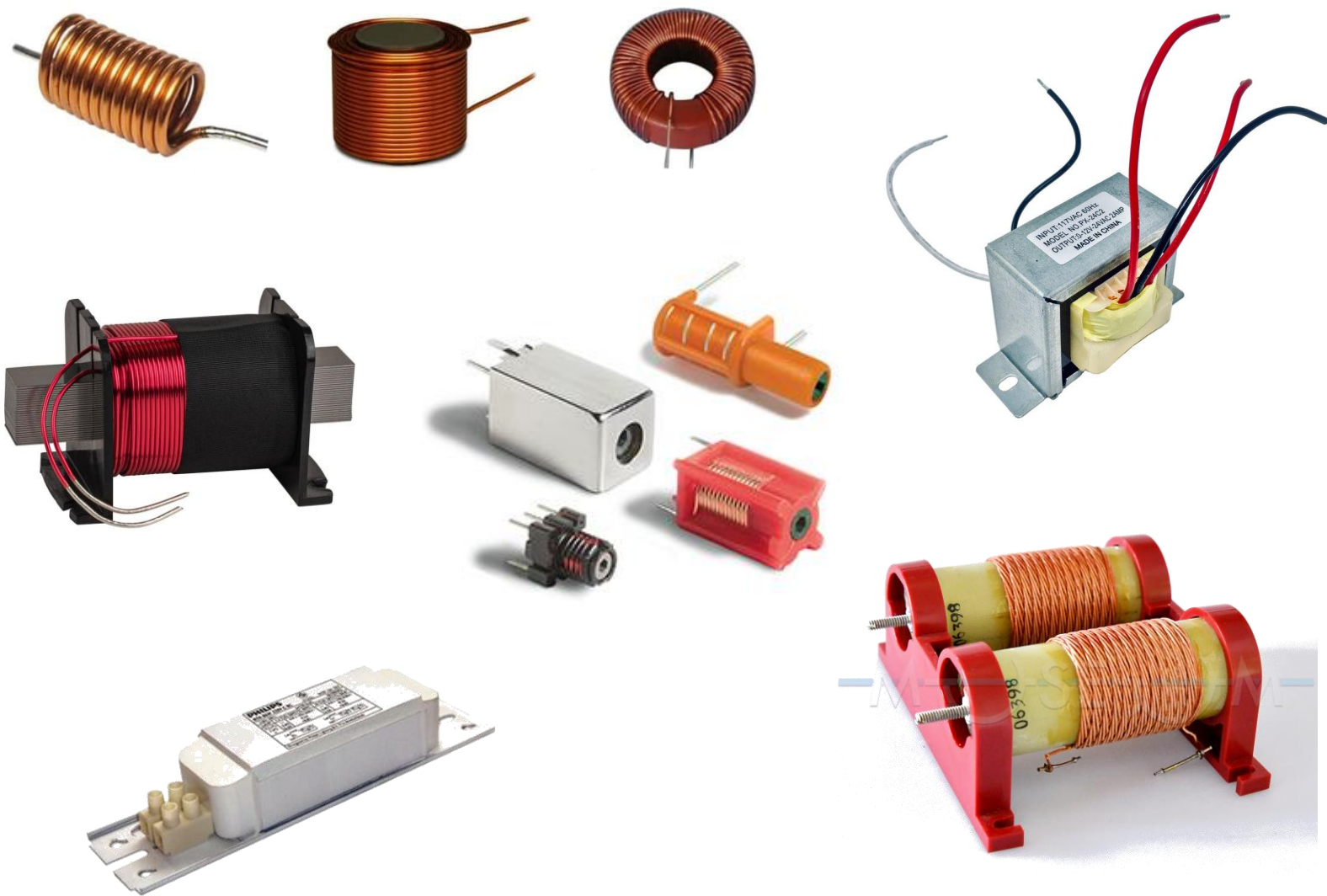
Pri paralelnom zapojení cievok sa výsledná indukčnosť riadi vzťahom



$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \dots + \frac{1}{L_N}$$

$$L_T = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

Typy cievok:



Pevné

vzduchové
s feritovým jadrom
s železným jadrom
s práškovým jadrom

Premenlivé

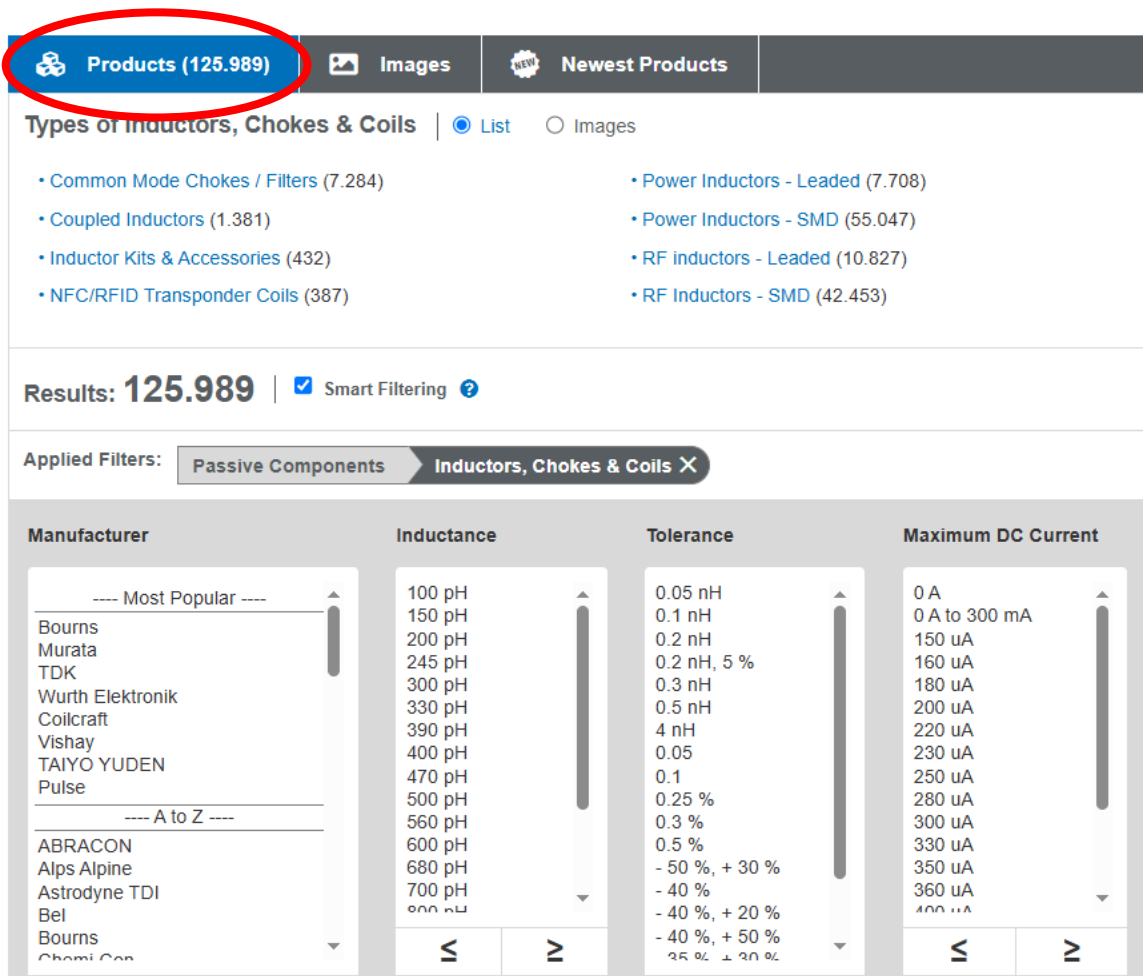
nastaviteľné cievky

Špeciálne

tlmivky
výkonové cievky
vysokofrekvenčné cievky

Transformátor je zariadenie založené na magnetickej väzbe dvoch alebo viacerých vinutí.

Parametre cievok:



Products (125.989) | Images | Newest Products

Types of Inductors, Chokes & Coils | ☒ List ☐ Images

- Common Mode Chokes / Filters (7.284)
- Coupled Inductors (1.381)
- Inductor Kits & Accessories (432)
- NFC/RFID Transponder Coils (387)
- Power Inductors - Leaded (7.708)
- Power Inductors - SMD (55.047)
- RF Inductors - Leaded (10.827)
- RF Inductors - SMD (42.453)

Results: 125.989 | ☒ Smart Filtering ?

Applied Filters: Passive Components | **Inductors, Chokes & Coils** X

Manufacturer	Inductance	Tolerance	Maximum DC Current
---- Most Popular ----	100 pH	0.05 nH	0 A
Bourns	150 pH	0.1 nH	0 A to 300 mA
Murata	200 pH	0.2 nH	150 uA
TDK	245 pH	0.2 nH, 5 %	160 uA
Würth Elektronik	300 pH	0.3 nH	180 uA
Coilcraft	330 pH	0.5 nH	200 uA
Vishay	390 pH	4 nH	220 uA
TAIYO YUDEN	400 pH	0.05	230 uA
Pulse	470 pH	0.1	250 uA
ABRACON	500 pH	0.25 %	280 uA
Alps Alpine	560 pH	0.3 %	300 uA
Astrodyne TDI	600 pH	0.5 %	330 uA
Bel	680 pH	- 50 %, + 30 %	350 uA
Bourns	700 pH	- 40 %	360 uA
Chemi-Con	800 pH	- 40 %, + 20 %	400 uA
		- 40 %, + 50 %	
		25 % ± 20 %	

Indukčnosť $L[H]$ – základný parameter, napr. 10 μH , 100 μH , 1 mH.

Maximálny prúd $[A]$ – aký prúd môže cievkou pretekať bez nežiaduceho prehrievania alebo výraznej straty vlastností.

Saturačný prúd $[A]$ – pri akom prúde začne magnetické jadro saturovať a indukčnosť výrazne klesať.

DC odpor vinutia (DCR) $[\Omega]$ – odpor samotného vodiča vinutia, ktorý spôsobuje straty a zahrievanie.

Typ jadra / konštrukcia – vzduchová cievka, feritové jadro, železné/práškové jadro atď.

Tolerancia indukčnosti $[\%]$ – napr. $\pm 10 \%$, $\pm 20 \%$.

Rozmery a puzdro – THT, SMD, výkonová cievka atď.

Zhrnutie:

	Rezistor	Kondenzátor	Cievka
Základná veličina	R	C	L
Energia	spotrebúva	elektrické pole	magnetické pole
DC	prúd tečie	po nabití ≈ 0	po ustálení $\approx$ skrat*
AC fáza	U a I vo fáze	I predbieha U	I zaostáva za U
Frekvencia	prakticky nezávislá	vyššia $f \rightarrow$ menšia X_C	vyššia $f \rightarrow$ väčšia X_L

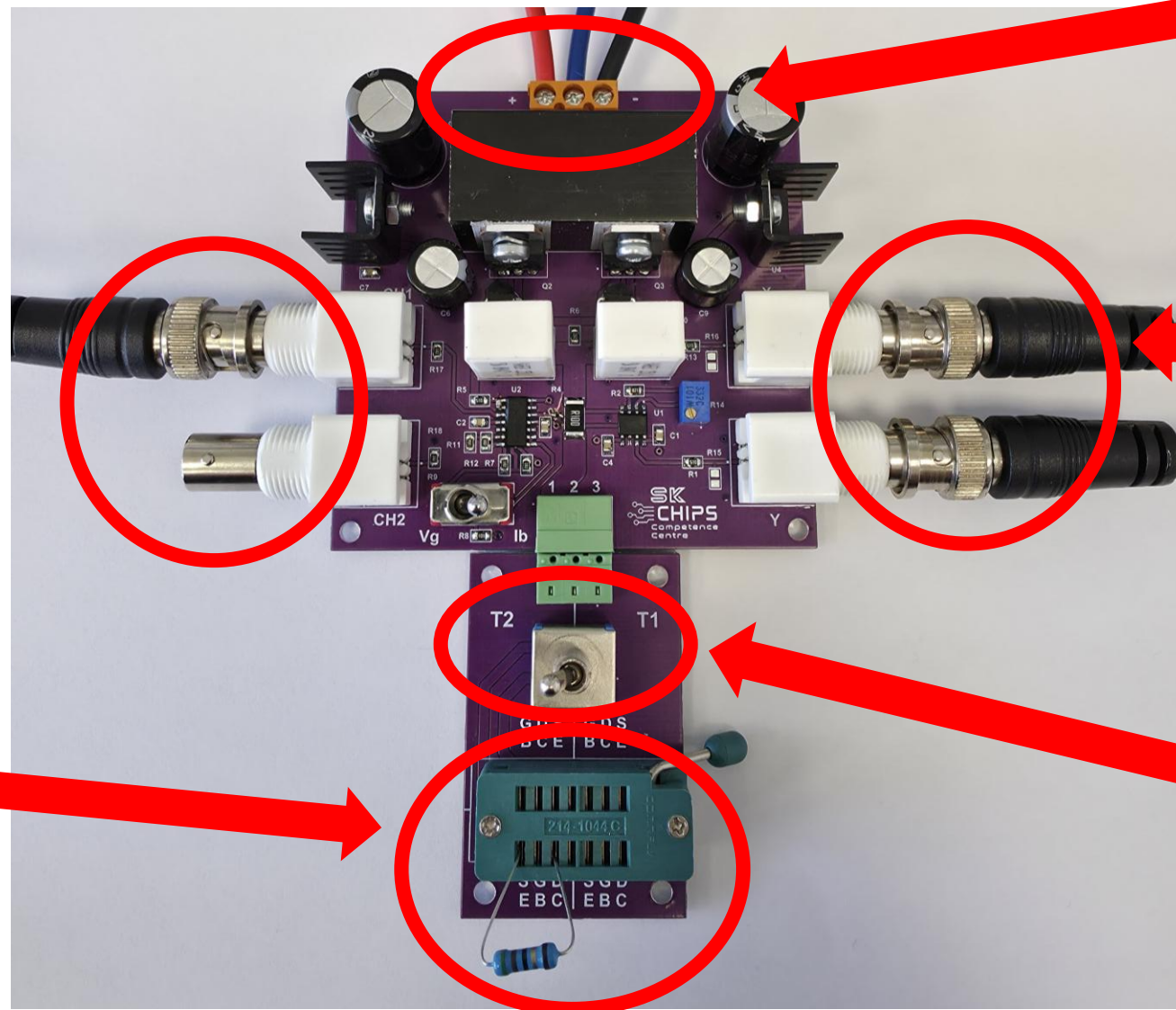
*pre ideálnu cievku.

Rezistor obmedzuje prúd, kondenzátor reaguje na zmenu napätia a cievka na zmenu prúdu.

Zapojenie pracoviska

Vstupy
Tu pripájame
generátor

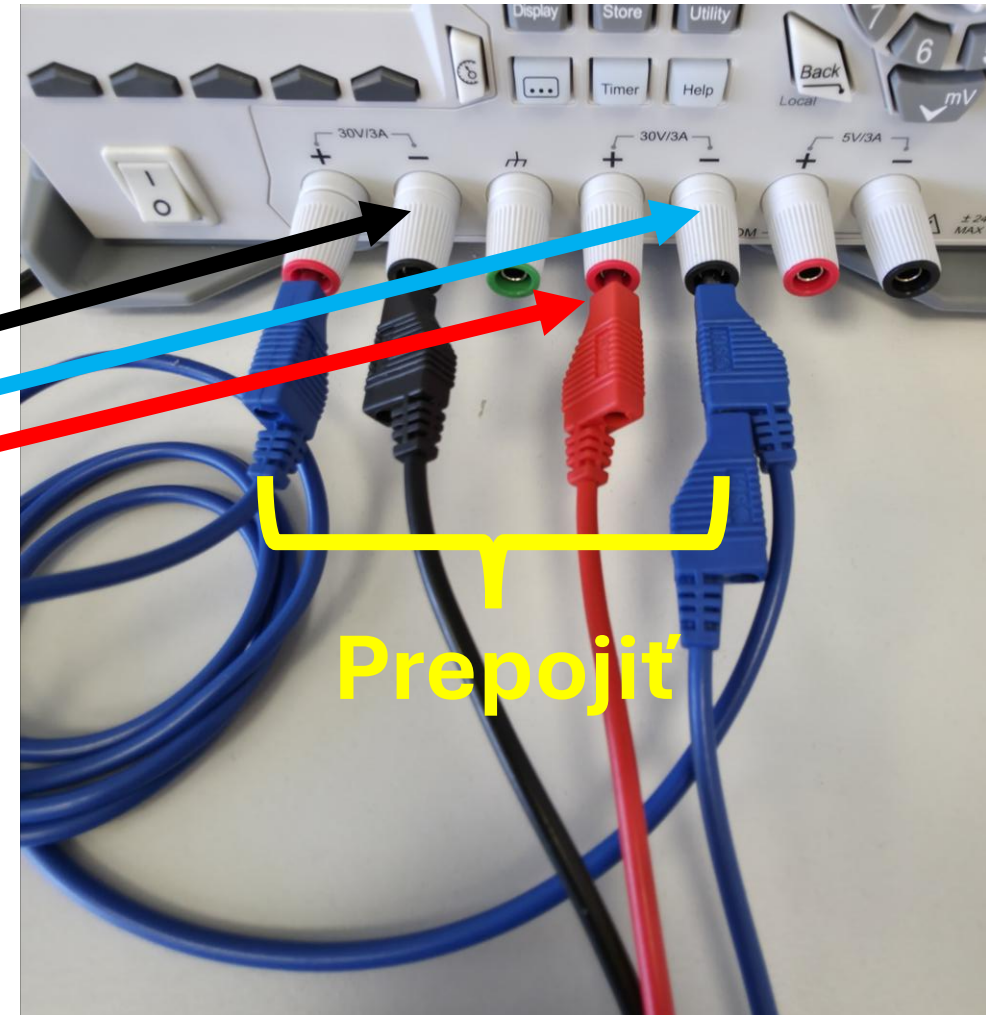
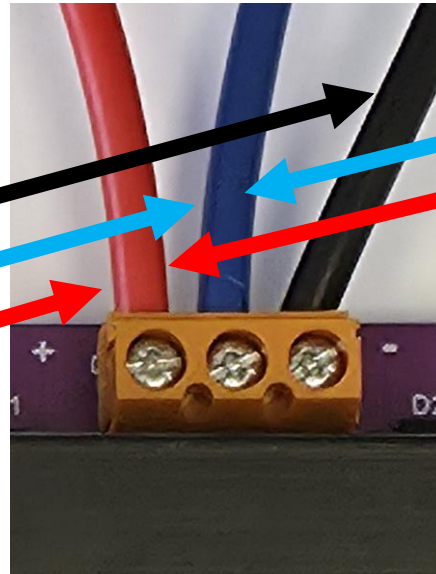
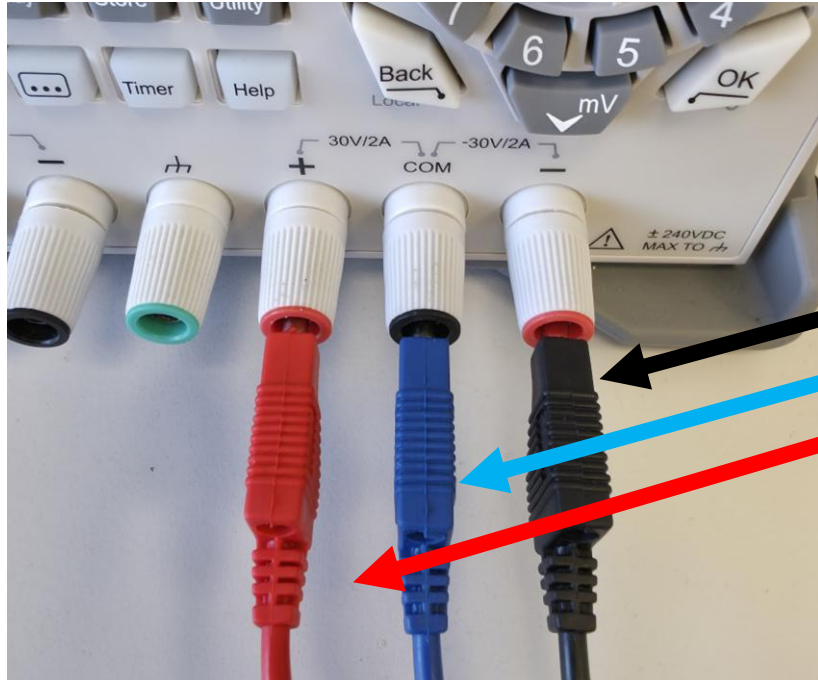
**Kontaktné
pole**
Tu pripájame
súčiastky



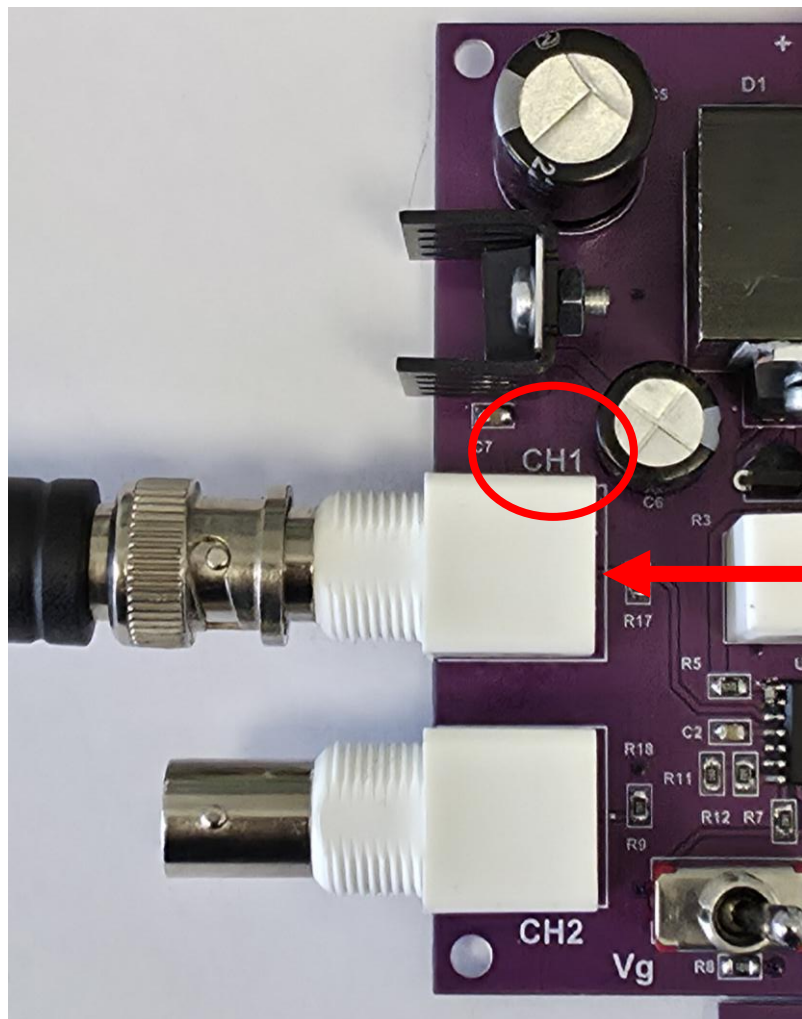
Napájanie
Tu pripájame
zdroj

Výstupy
Tu pripájame
osciloskop

**Prepínanie
meranej
súčiastky**



Nastaviť 20V / 1A na oboch kanáloch zdroja !!



Prepojiť



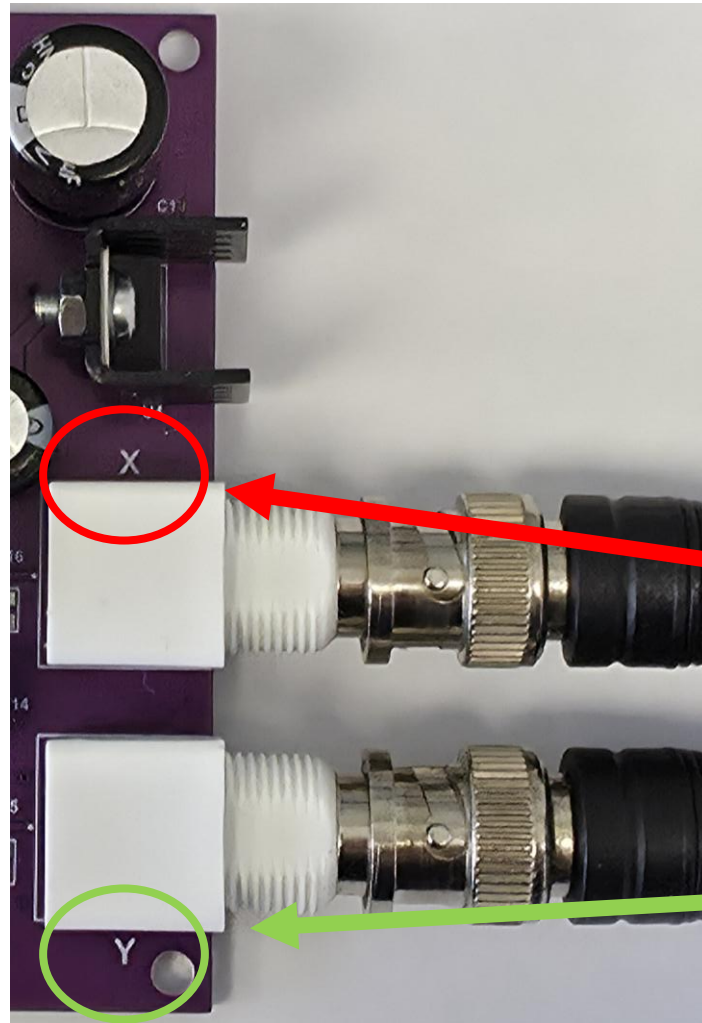
Nastaviť (skontrolovať) :

Frekvenciu $f = 1\text{kHz}$

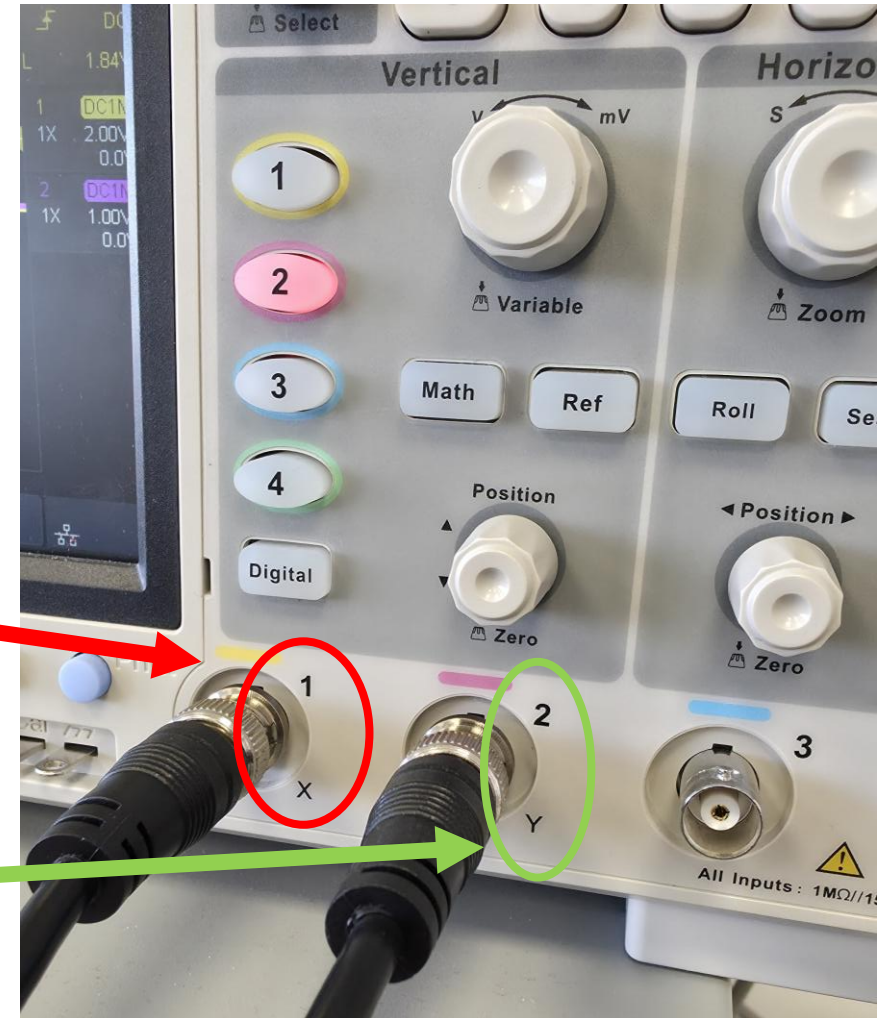
Amplitúdu $U = 5\text{Vpp}$

Offset $U_{\text{DC}} = 0,0\text{V}$

Fázu $\phi = 0^\circ$

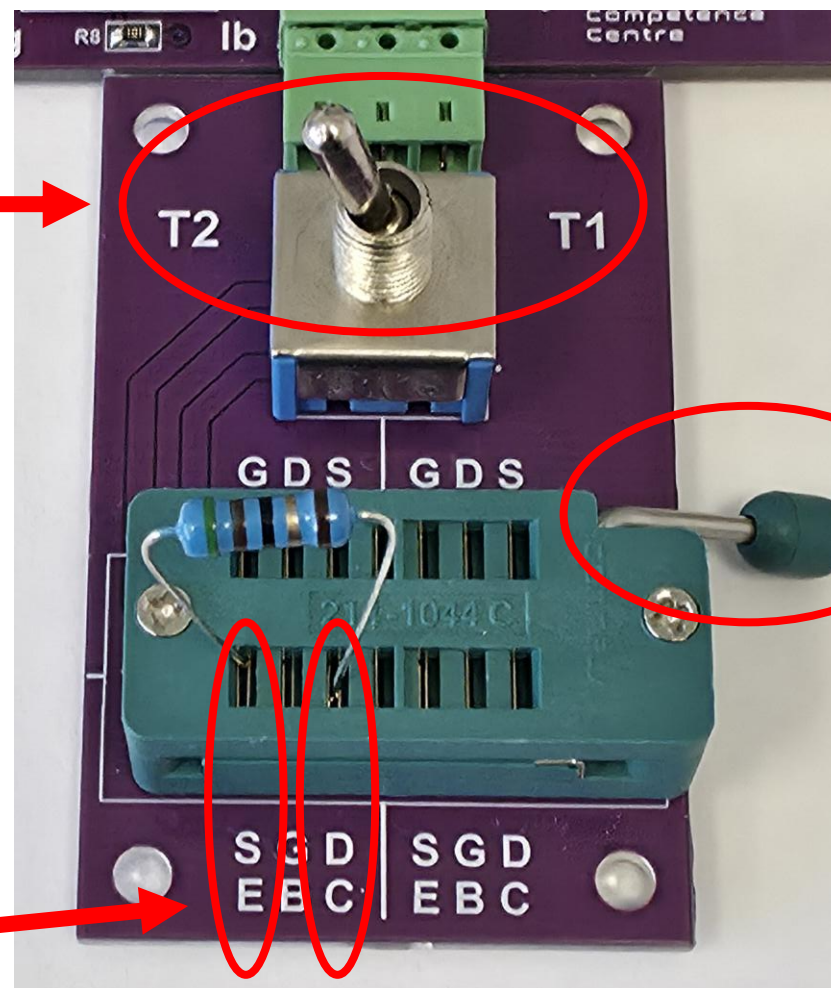


Prepojit'



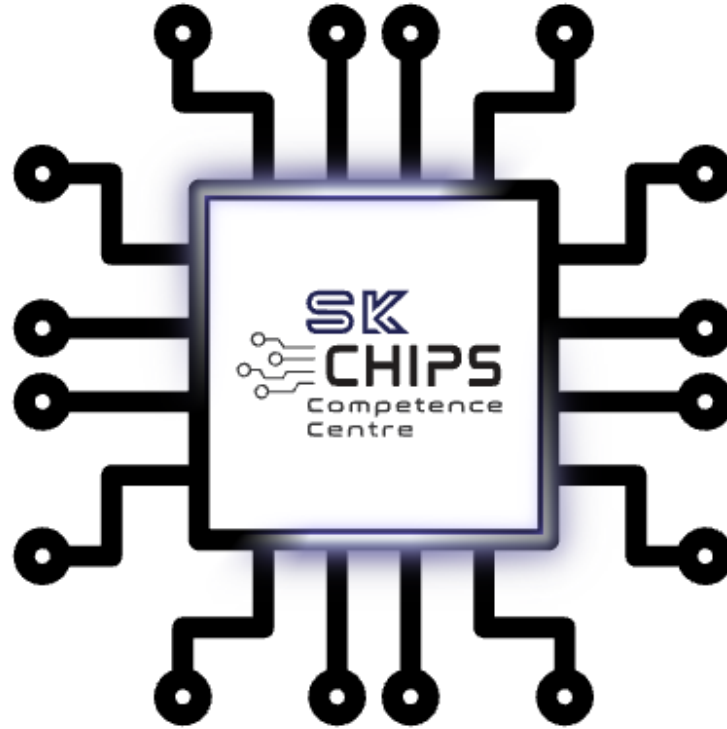
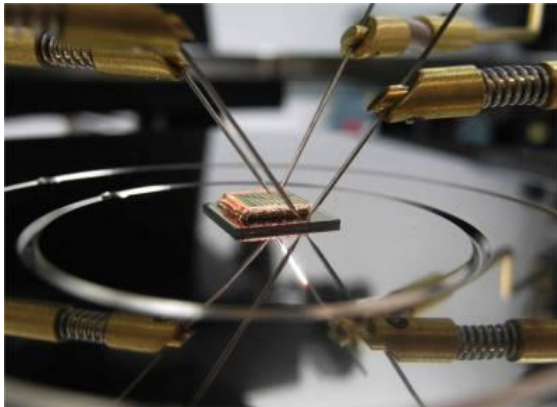
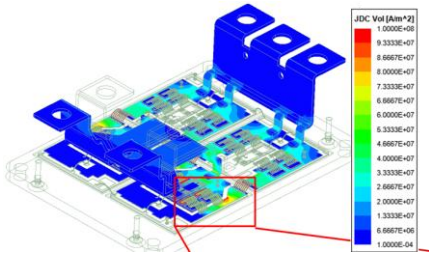
Prepínač pre
výber
meracej
strany **T1** / **T2**

Súčiastku
zapájať
medzi
E a **C**



Páčka pre
uvoľnenie a
upevnenie
súčiastky

Ďakujem za pozornosť



Robert Szobolovszký robert.szobolovszky@skchips.sk