SK CHIPS Competence Centre

Pasívne súčiastky

06.10.2026

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



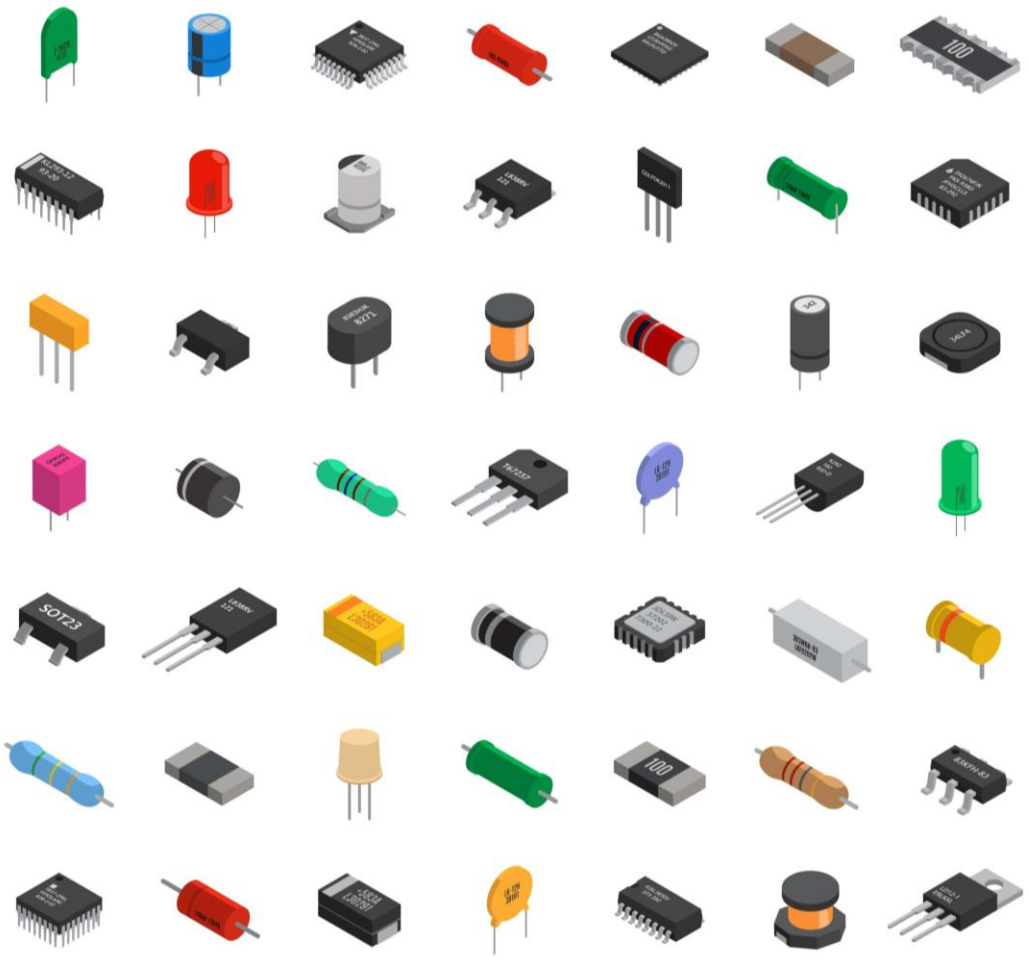
Chips JU

MINISTRY OF EDUCATION, RESEARCH, DEVELOPMENT AND YOUTH OF THE SLOVAK REPUBLIC

MINISTRY OF ECONOMY OF THE SLOVAK REPUBLIC

Elektronické súčiastky

Čo sú elektronické súčiastky?



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

Pasívne súčiastky

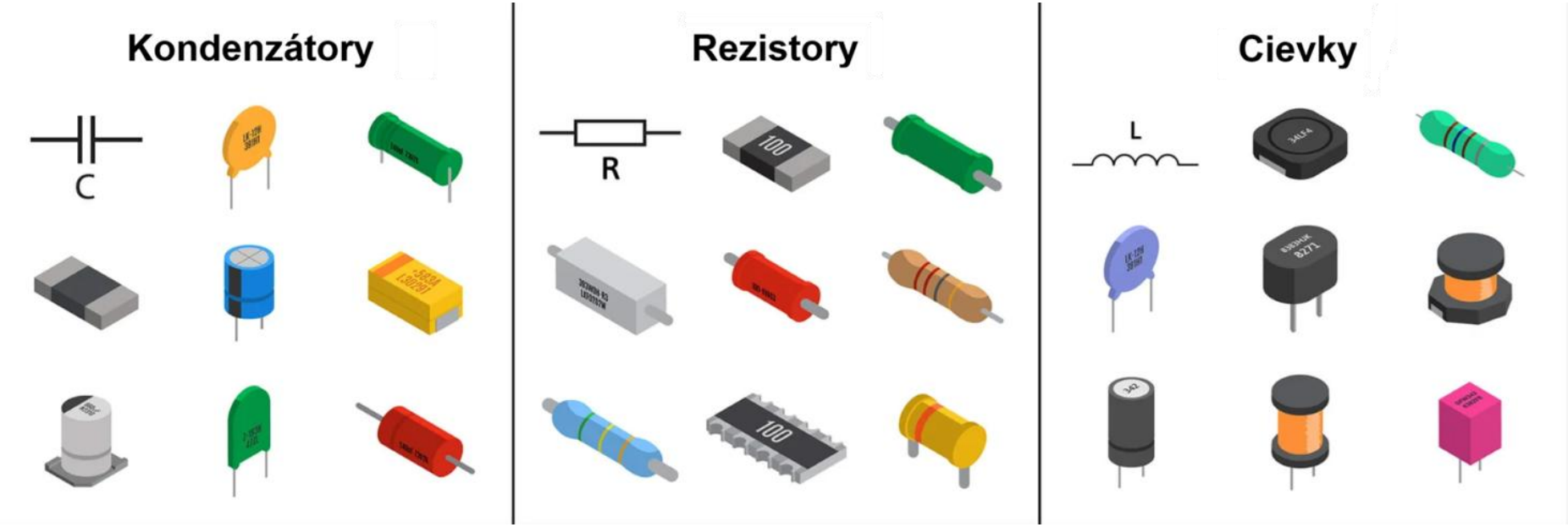
- Rezistor
- Kondenzátor
- Cievka
- Transformátor

Aktívne súčiastky

- Diódy
- Tranzistory
- Operačné zosilňovače
- Integrované obvody

Pasívne súčiastky

Čo znamená „pasívna súčiastka“ ?

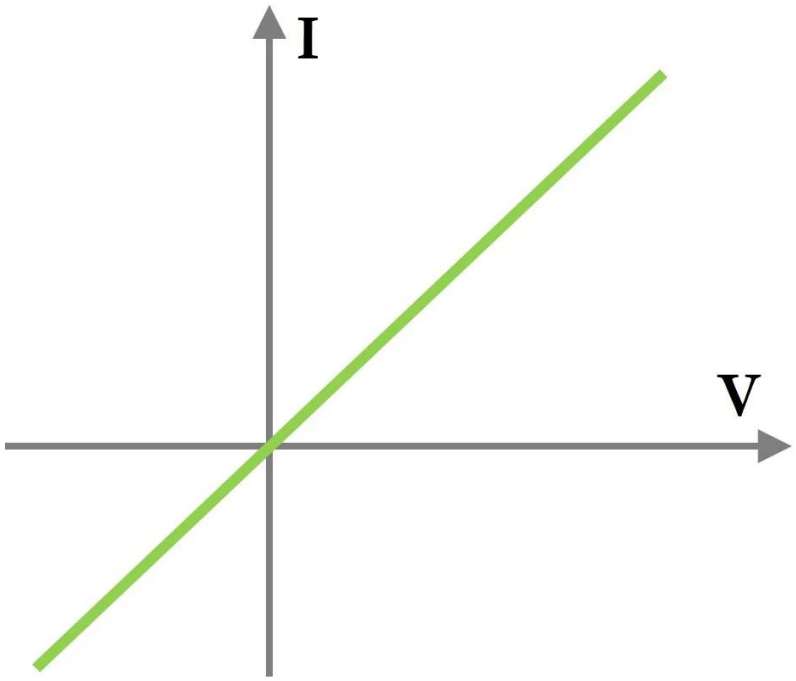


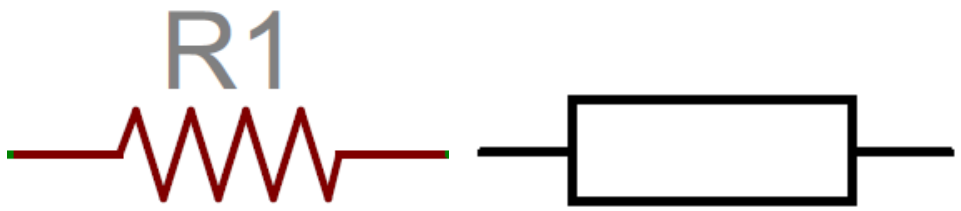
Pasívna súčiastka je elektronický prvok, ktorý nevytvára energiu, ale mení tok elektrickej energie v obvode (napr. odporom, kapacitou alebo indukčnosťou). Svoje vlastnosti majú konštantné a v širokých intervaloch napätia a prúdu nezávislé.

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

SK CHIPS
Competence Centre

Rezistory





Jednotka odporu je [Ω]

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

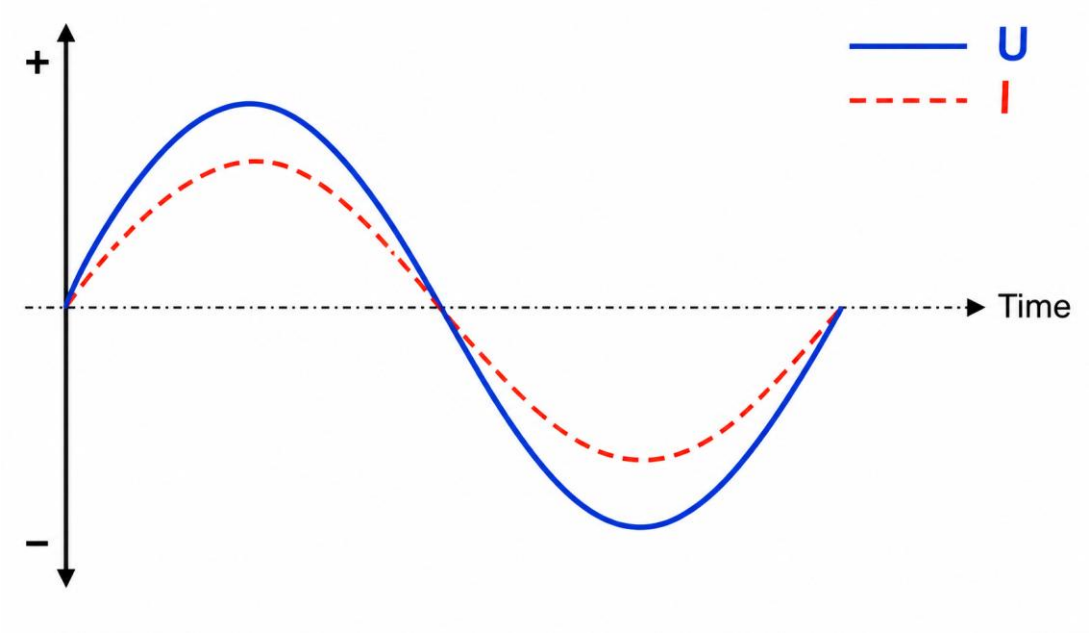
Základný vzťah:

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

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:

$$\boxed{\varphi = 0^\circ}$$

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

Rezistory

Čo vlastne znamená elektrický odpor? :



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

kde:
R**— elektrický odpor [Ω]**
ρ**— merný elektrický odpor materiálu [Ω·m]**
L**— dĺžka vodiča [m]**
A**— prierez vodiča [m²]**

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.

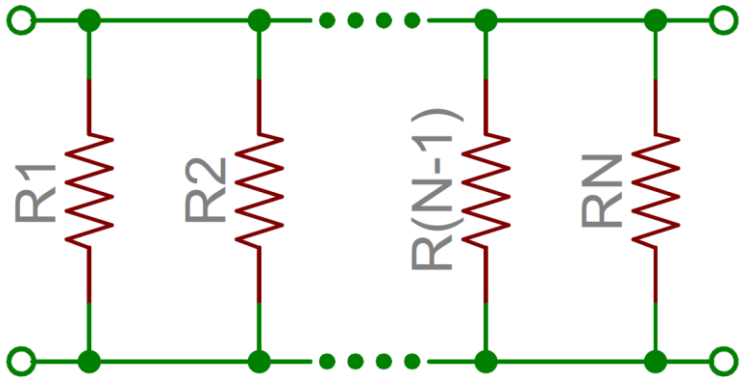
Pri sériovom zapojení rezistorov sa ich odpor sčítava.



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

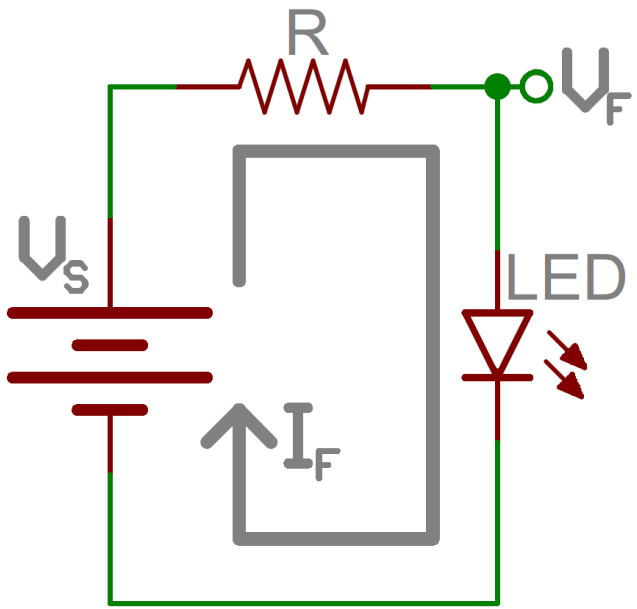
Paralelné zapojenie rezistorov.

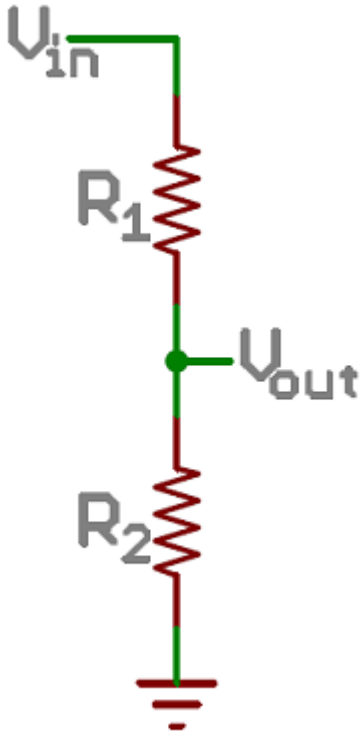
Pri paralelnom zapojení rezistorov sa výsledný odpor riadi vzťahom



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

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





Rezistor patrí medzi najčastejšie používané pasívne elektronické súčiastky

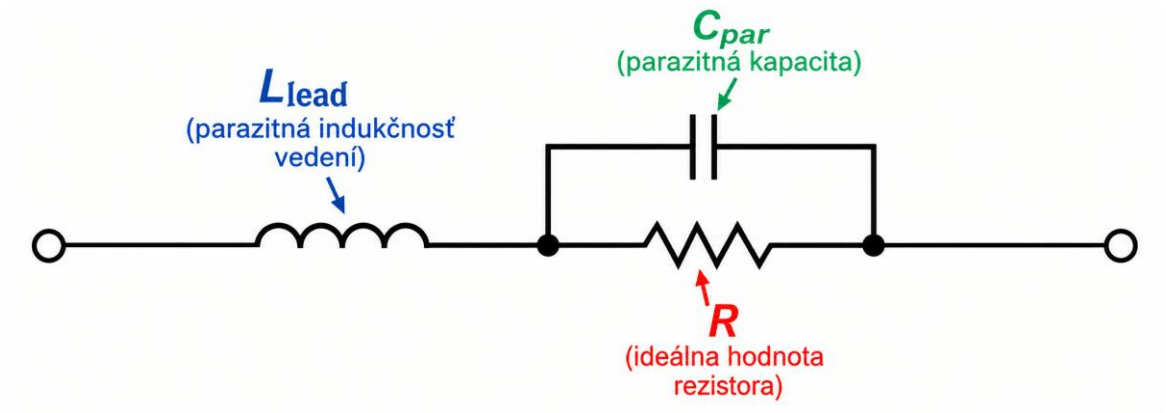
Už jeden rezistor dokáže obmedziť prúd

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.

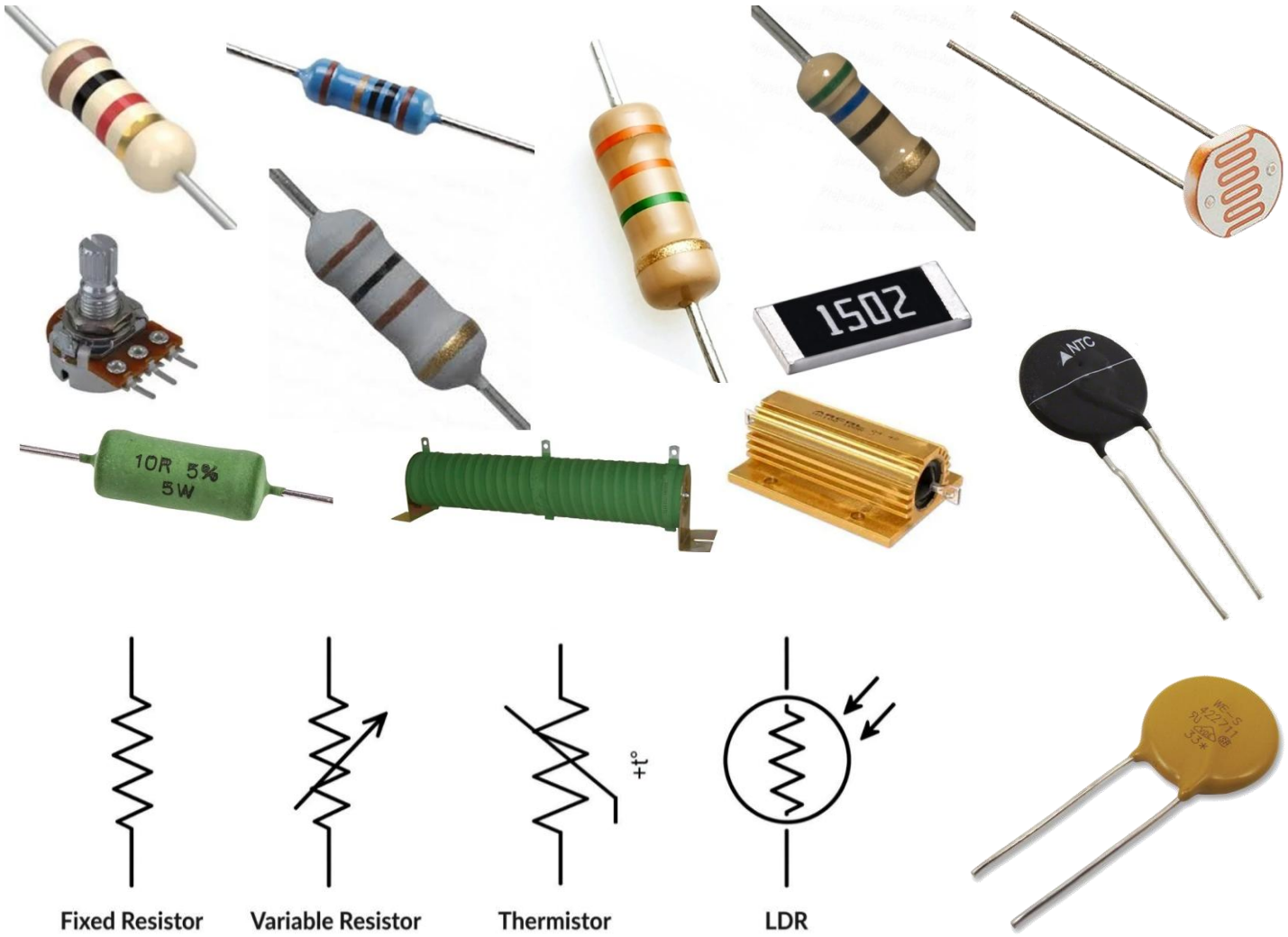
Parazitná kapacita C_{par} vzniká medzi jednotlivými časťami rezistora a jeho vývodmi. Pri vysokých frekvenciách umožňuje kapacitnú väzbu signálu.

R predstavuje **ideálnu hodnotu** odporu rezistora.

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

Rezistory

Typy rezistorov:



Pevné
metalizované
uhlíkové
drôtové

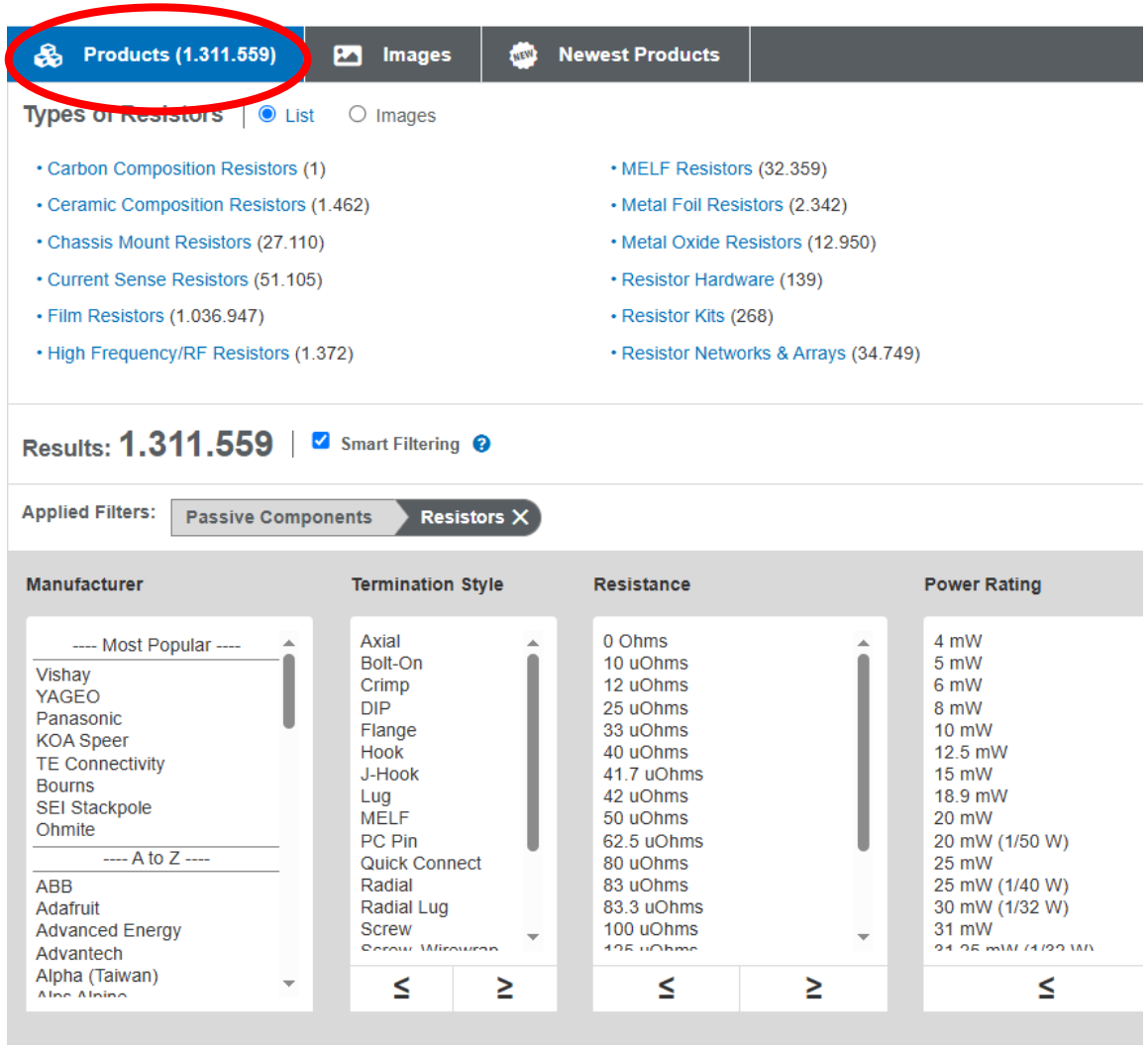
Premenlivé
potenciometer
trimer

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



Rezistory

Parametre rezistorov



Odpor R[Ω] – základný parameter, napr. 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ.

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. ±1 %, ±5 %.

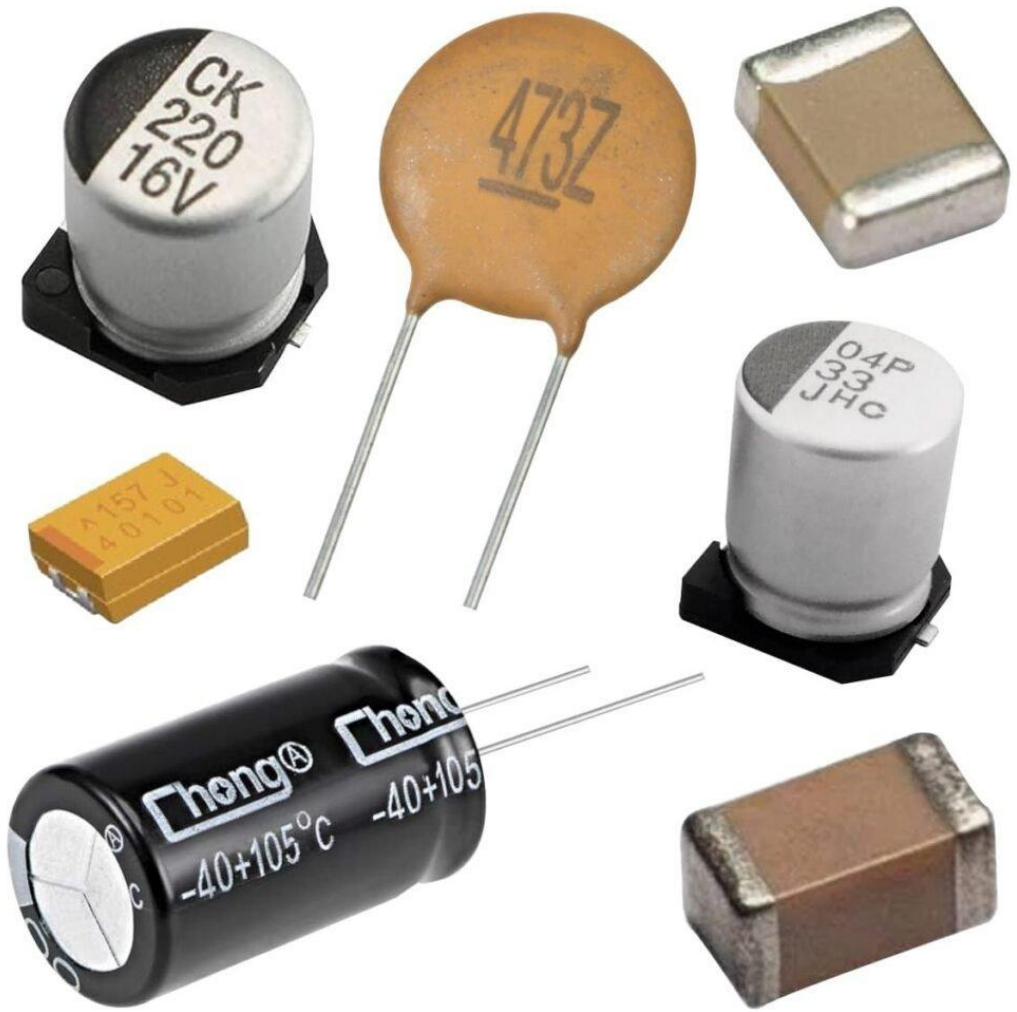
Teplotný koeficient [ppm/°C] – ako sa odpor mení s teplotou; dôležitý hlavne pri presných obvodoch.

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

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

Kondenzátory

Kondenzátory

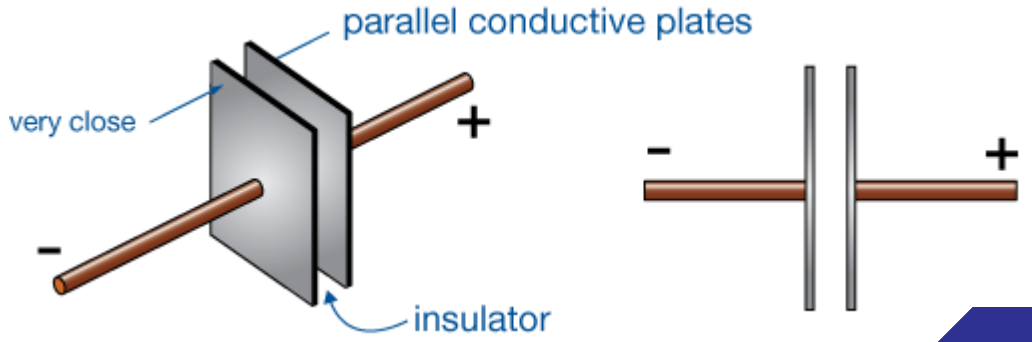


Kondenzátor pozostáva z:

- dvoch vodivých elektród
- dielektrika medzi nimi

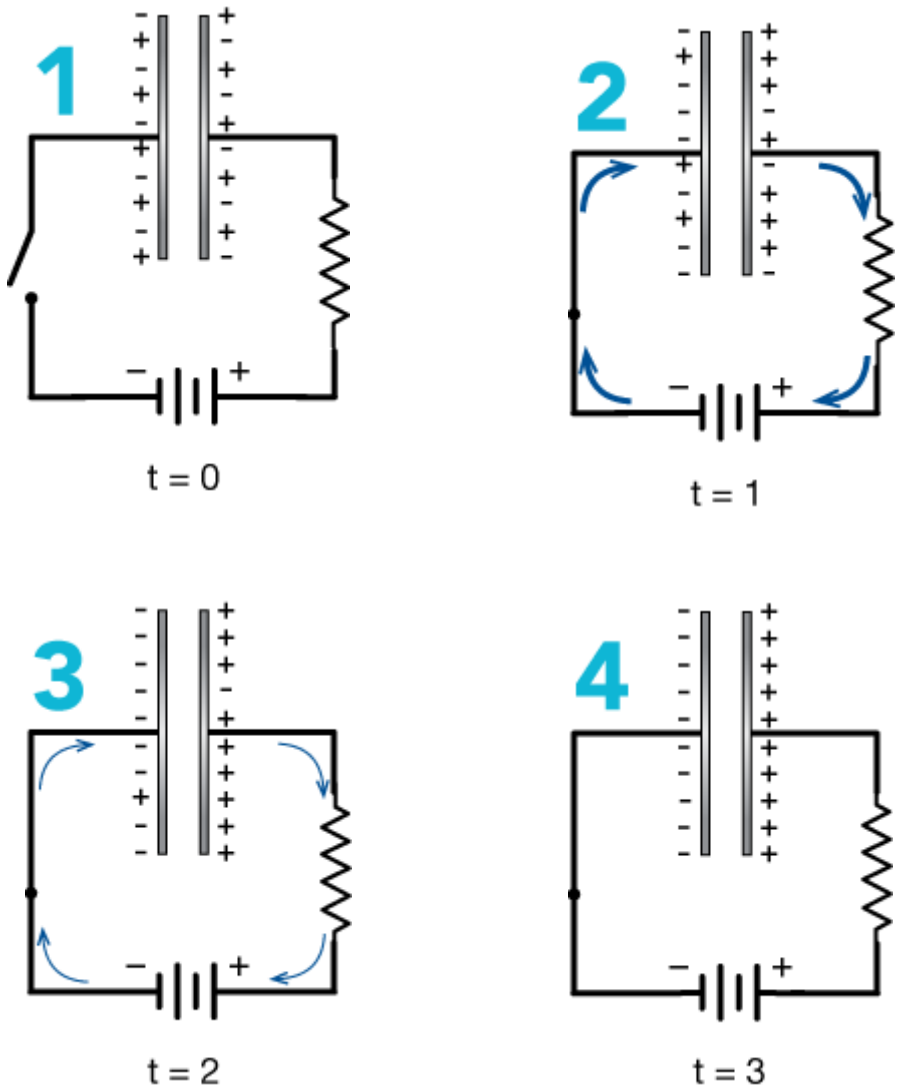
Jeho základnou vlastnosťou je kapacita - **C**
Jednotka je farad - **F**
Kondenzátor ukladá energiu do elektrického poľa
Súčiastky ktoré dokážu ukladať energiu nazývame aj **reaktívne súčiastky**.

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



Kondenzátory

Kondenzátor pri jednosmernom napätí:



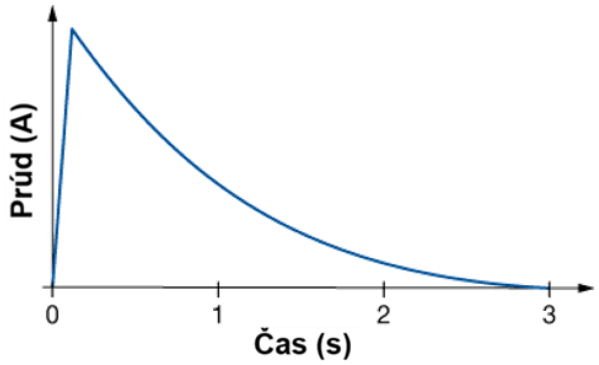
Pri pripojení DC napätia sa kondenzátor **začne nabíjať**. Začneme **presúvať náboj** a teda tečie **prúd**

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

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

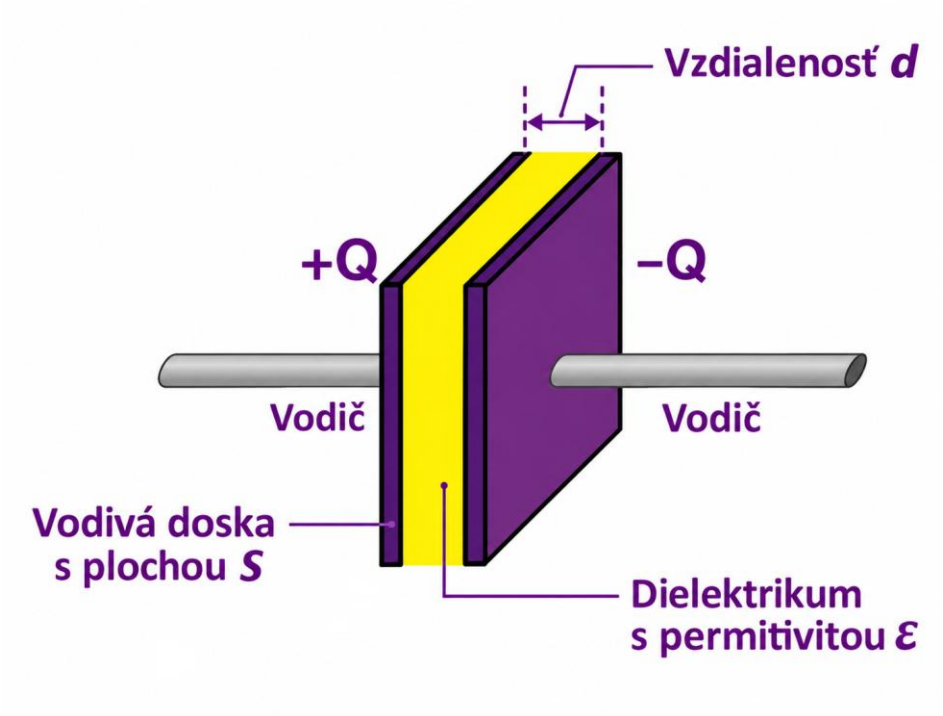
Kondenzátorom prúdi prúd počas prechodového deju, ale počas ustáleného stavu už prúd neprepúšťa.

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



Kondenzátory

Čo je to kapacita



$$C = \frac{Q}{U}$$

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

Máme **dve vodivé elektródy**, medzi ktorými je **izolant – dielektrikum**.

Keď medzi elektródy pripojíme **napätie**, elektrické pole spôsobí **presun elektrónov** z jednej elektródy na druhú.

Na jednej elektróde vzniká **nedostatok elektrónov** a na druhej ich **nadbytok**.

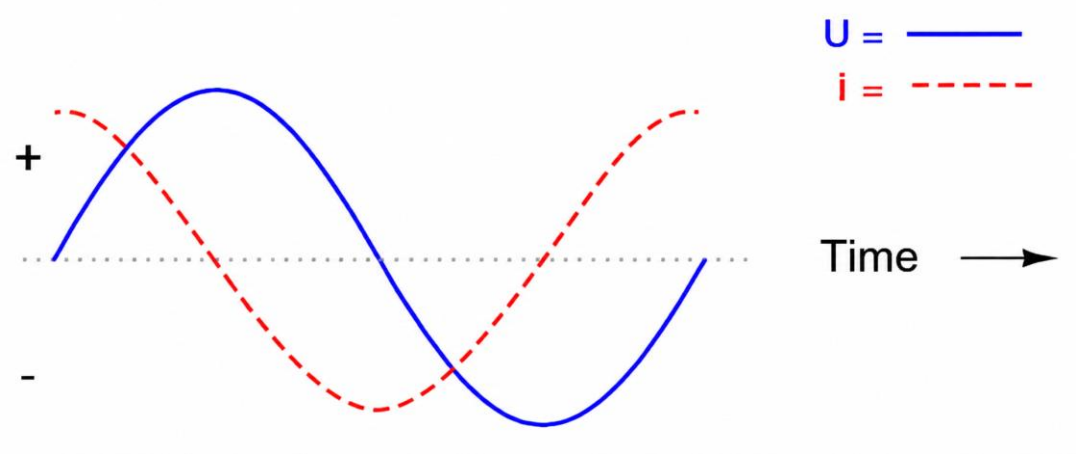
Čím väčšia je **plocha elektród**, tým viac náboja môžeme pri rovnakom napätí oddeliť.

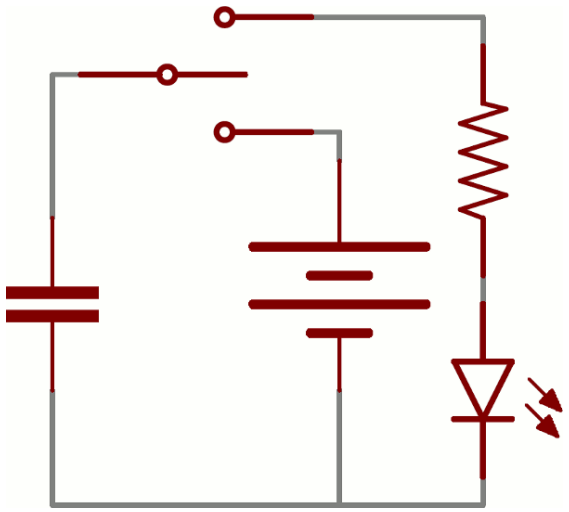
Čím menšia je **vzdialenosť elektród**, tým silnejšie elektrické pole medzi nimi vznikne a tým viac náboja môžeme pri danom napätí uložiť.

Preto **kapacita** vyjadruje, **koľko elektrického náboja dokáže kondenzátor uložiť pri danom napätí**.

Kondenzátory

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.

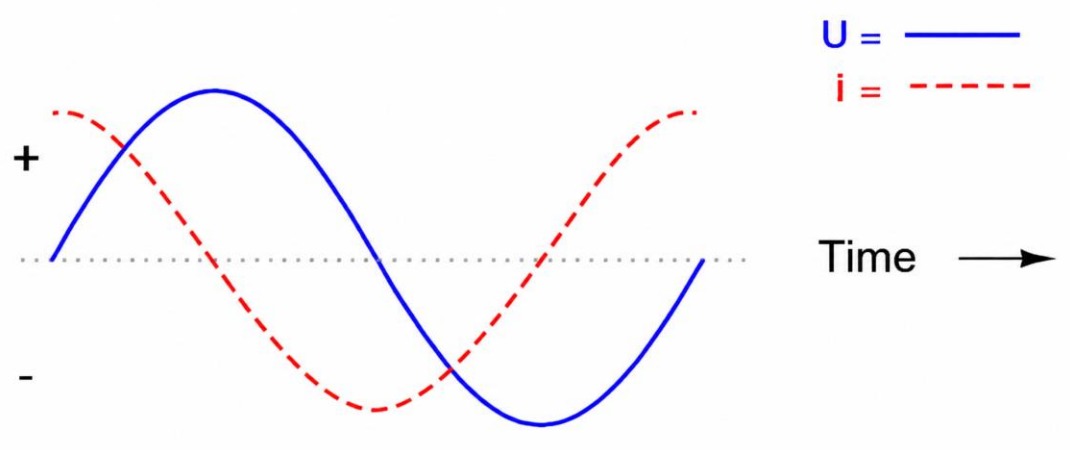
$$I = C\frac{dU}{dt}$$

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

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

Kondenzátory

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 nízkofrekvenčnému.

Sériové zapojenie kondenzátorov.

Pri sériovom zapojení kondenzátorov sa ich spoločná kapacita riadi vsťahom

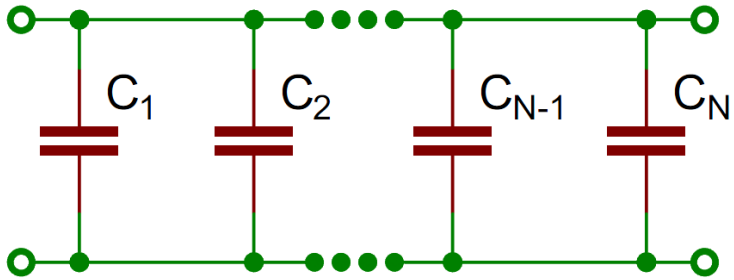


$$\frac{1}{C_{Tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_{N-1}} + \frac{1}{C_N}$$

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

Paralelné zapojenie kondenzátorov.

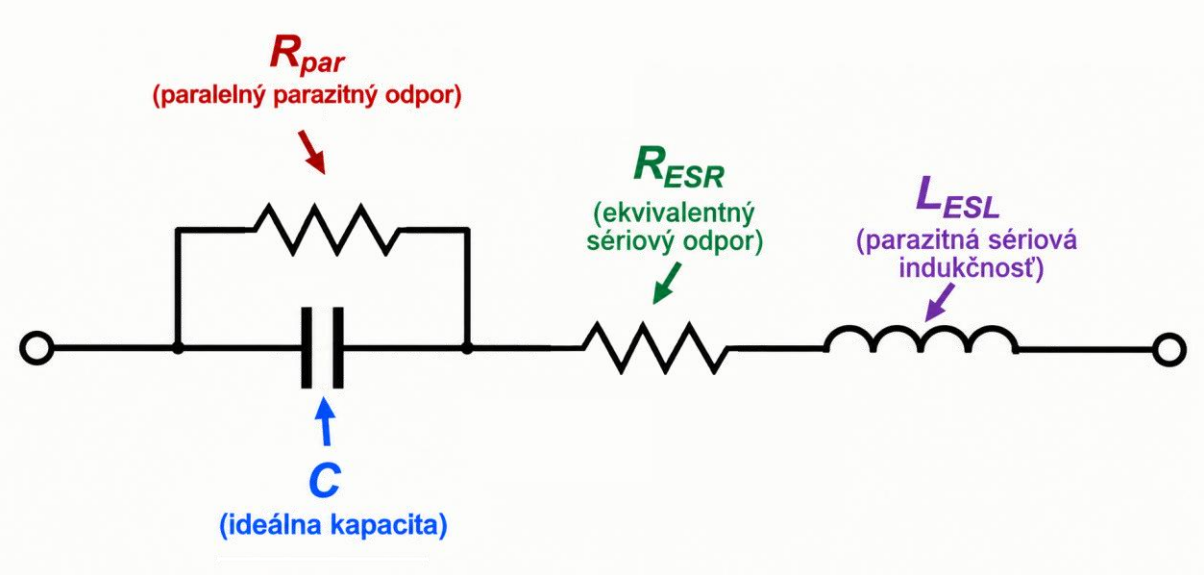
Pri paralelnom zapojení kondenzátorov sa výsledná kapacita sčíta



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

Kondenzátory

Reálny kondenzátor:



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

Paralelný parazitný odpor $Rpar$ predstavuje nedokonalú izoláciu medzi elektródami a spôsobuje malý únikový prúd.

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

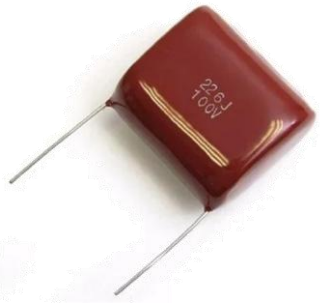
ESL – parazitná sériová indukčnosť L_{ESL} vzniká najmä v dôsledku vývodov a vnútorných spojov.

Pri vyšších frekvenciách začínajú parazitné parametre výrazne ovplyvňovať správanie kondenzátora.

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

Kondenzátory

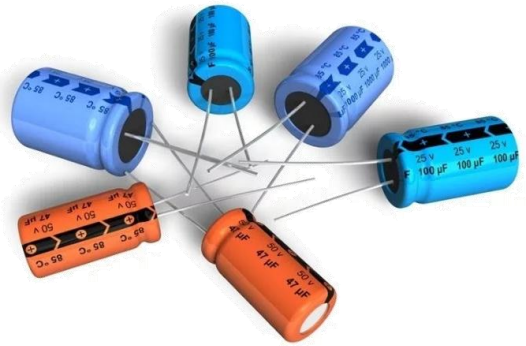
Typy kondenzátorov:















Pevné
- keramické
- fóliové
- elektrolytické
- tantalové

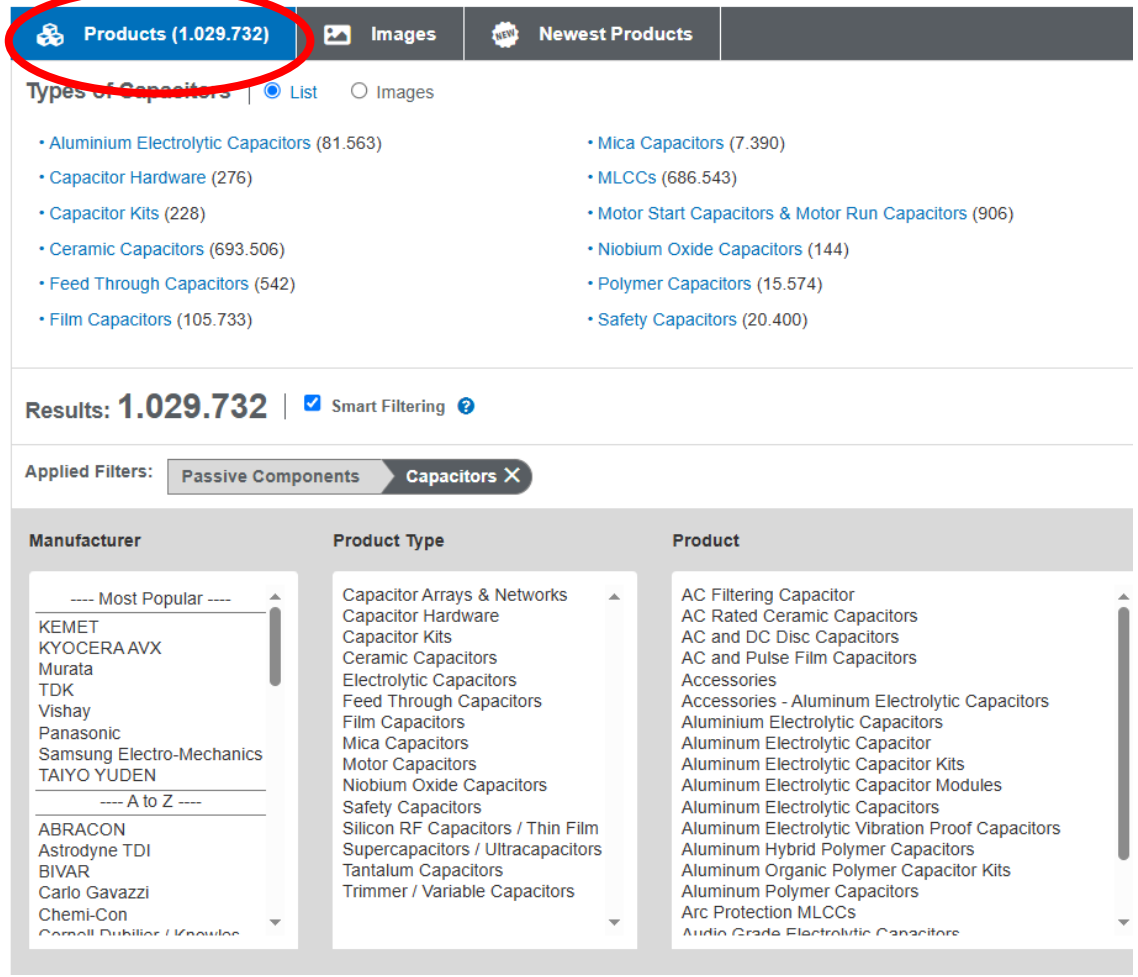
Premenlivé
- otočné kondenzátory
- trimre

Špeciálne
- superkondenzátory
- motorové kondenzátory
- vysokonapäťové kondenzátory

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

Kondenzátory

Parametre kondenzátorov:



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

Cievky

Cievky

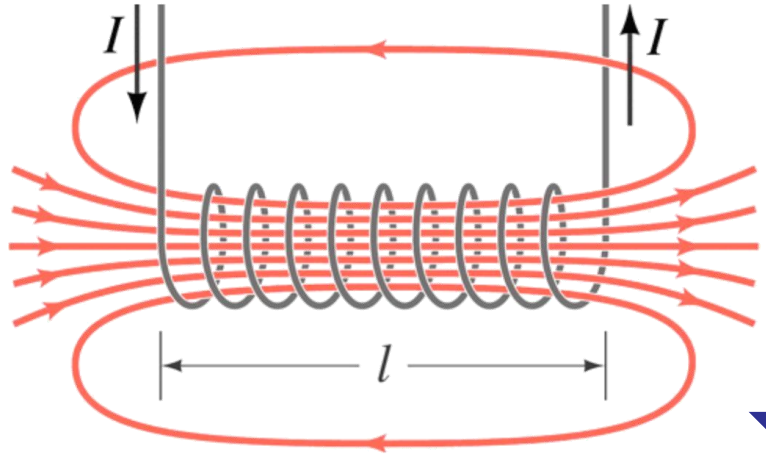


Cievka pozostáva z **vinutého vodiča a jadra**

Jadro môže byť aj vzduchové

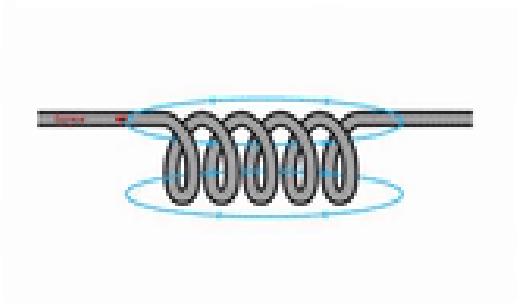
Jej základnou vlastnosťou je indukčnosť - **L**
Jednotkou je Henry - **H**
Cievka ukladá energiu do **magnetického poľa**

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



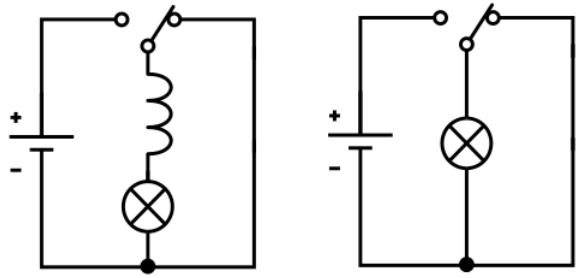
Cievky

Cievka pri jednosmernom napätí:





$$E = \frac{1}{2} L I^2$$



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

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

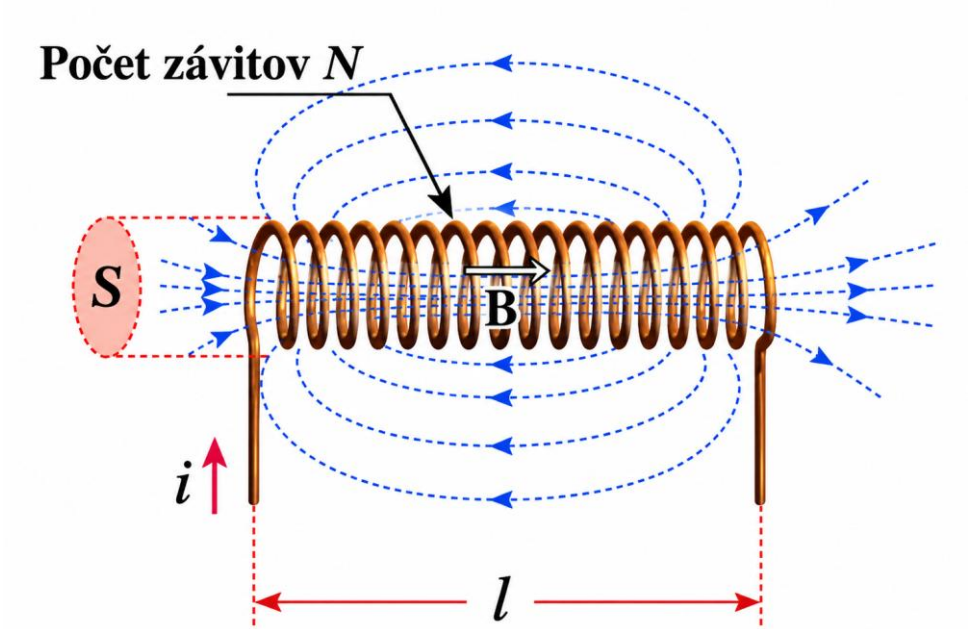
Zmena prúdu vytvára meniace sa magnetické pole, ktoré v cievke indukuje napätie pôsobiace proti zmene prúdu. Preto pri pripojení DC napätia prúd narastá postupne.

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

Čo je to indukčnosť



$$L = N^2 \mu \frac{S}{l}$$

Máme **vodič navinutý do závitov** a pripojíme naň napätie.

Elektrické pole spôsobí pohyb voľných elektrónov a tým vzniká **prúd**.

Prúd prechádzajúci závitmi vytvára okolo cievky **magnetické pole**. Pri zmene prúdu sa mení aj magnetické pole a v cievke vzniká **indukované napätie**, ktoré zmene prúdu bráni.

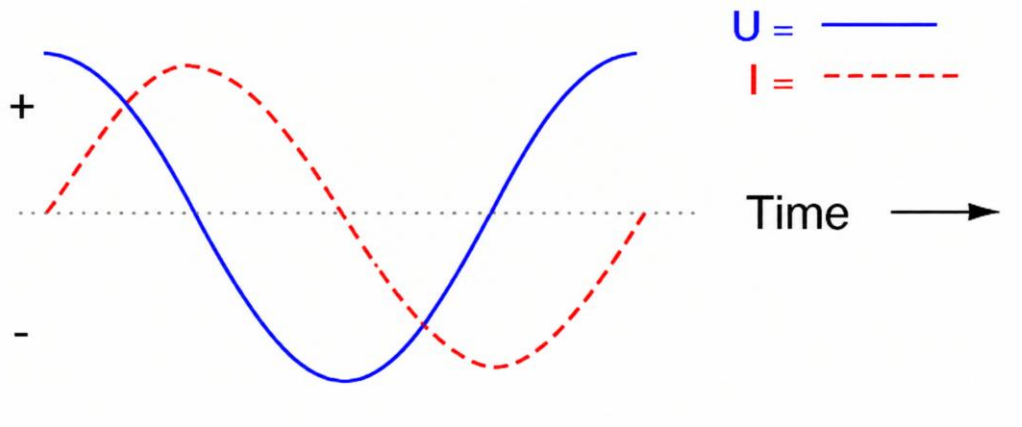
Vlastná indukčnosť cievky L je schopnosť, pri ktorej sa časovou zmenou elektrického prúdu prechádzajúceho cievkou indukuje na jej svorkách napätie

$$u_L = -L \frac{di}{dt}$$

Cievka teda **ukladá energiu do magnetického poľa**.

Čím viac má cievka **závitov**, čím väčšia je **plocha prierezu** a čím väčšia je **permeabilita jadra**, tým väčšia je jej indukčnosť.

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.

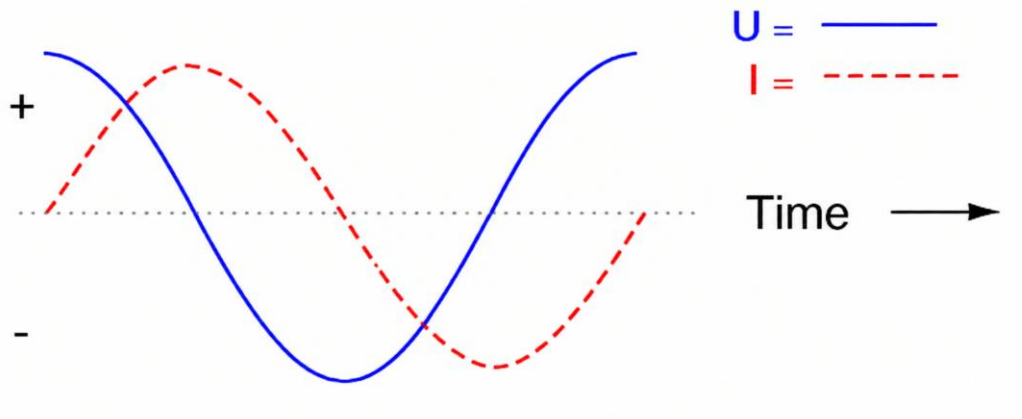
$$u = L\frac{di}{dt}$$

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

$$\boxed{\varphi = -90^\circ}$$

Cievky

Cievka pri striedavom napätí:



Na rozdiel on 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**

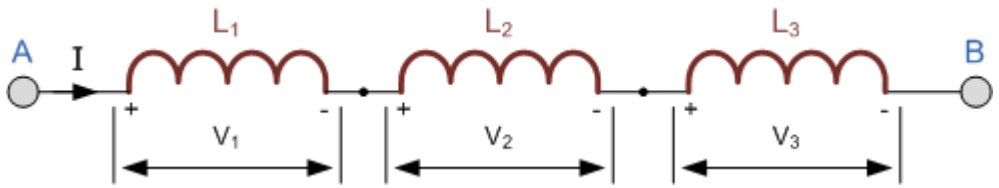
$$X_L = 2\pi f L$$

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 induktívna reaktancia**. Teda cievka kladie **vysokofrekvenčnému signálu väčší „odpor“** než nízkofrekvenčnému.

Sériové zapojenie cievok.

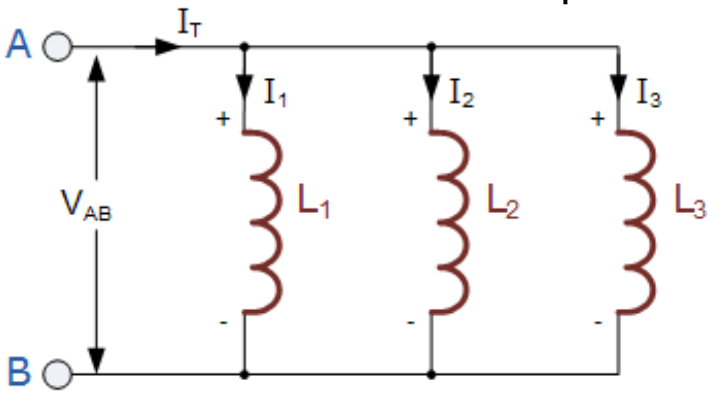
Pri sériovom zapojení cievok sa ich spoločná indukčnosť sčíta



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

Paralelné zapojenie cievok.

Pri paralelnom zapojení cievok sa výsledná indukčnosť riadi vzťahom

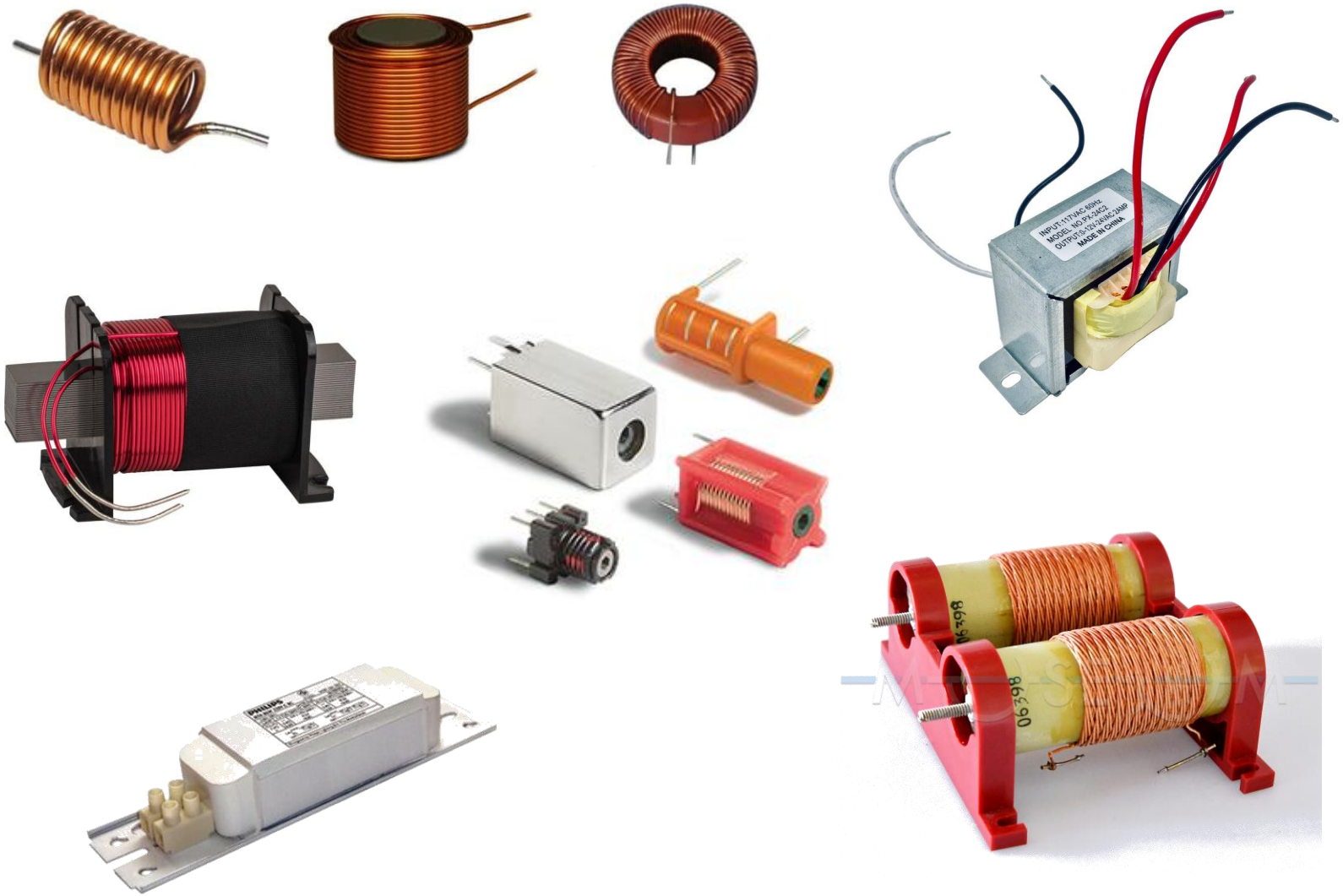


$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} ..... + \frac{1}{L_N}$$

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

Cievky

Typy cievok:



Pevné
vzduchové
s feritovým jadrom
s železným jadrom
s práškovým jadrom

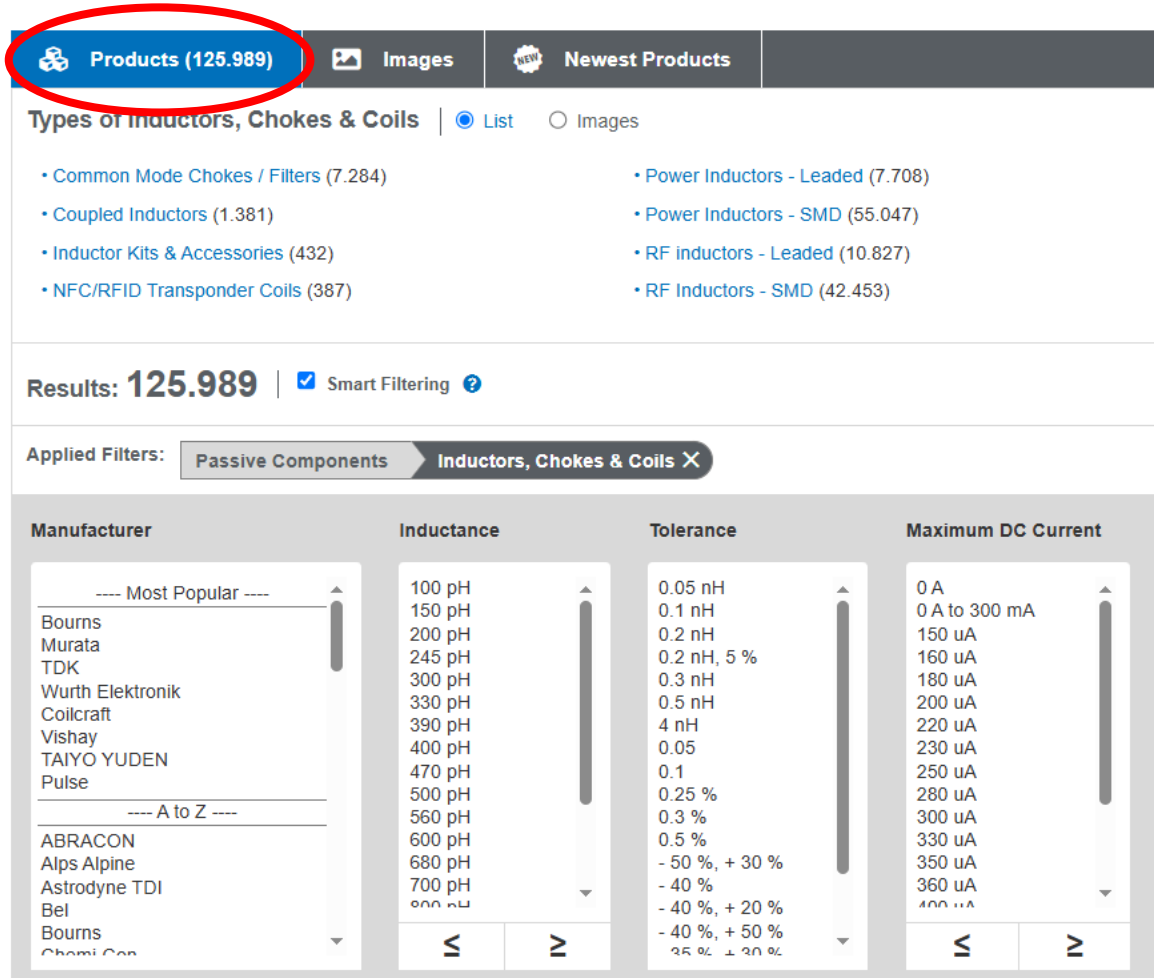
Premenlivé
nastaviteľné cievky

Špeciálne
tlmivky
výkonové cievky
vysokofrekvenčné cievky

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

Cievky

Parametre cievok:



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) [Ω] – odpor samotného vodiča vinutia, ktorý spôsobuje straty a zahrievanie.
Typ jadra / konštrukcia – vzduchová cievka, feritové jadro, železné/práškové jadro atď.
Tolerancia indukčnosti [%] – napr. ±10 %, ±20 %.
Rozmery a puzdro – THT, SMD, výkonová cievka atď.

Pasívne súčiastky

Zhrnutie:

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

*pre ideálnu cievku.

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

Zapojenie pracoviska

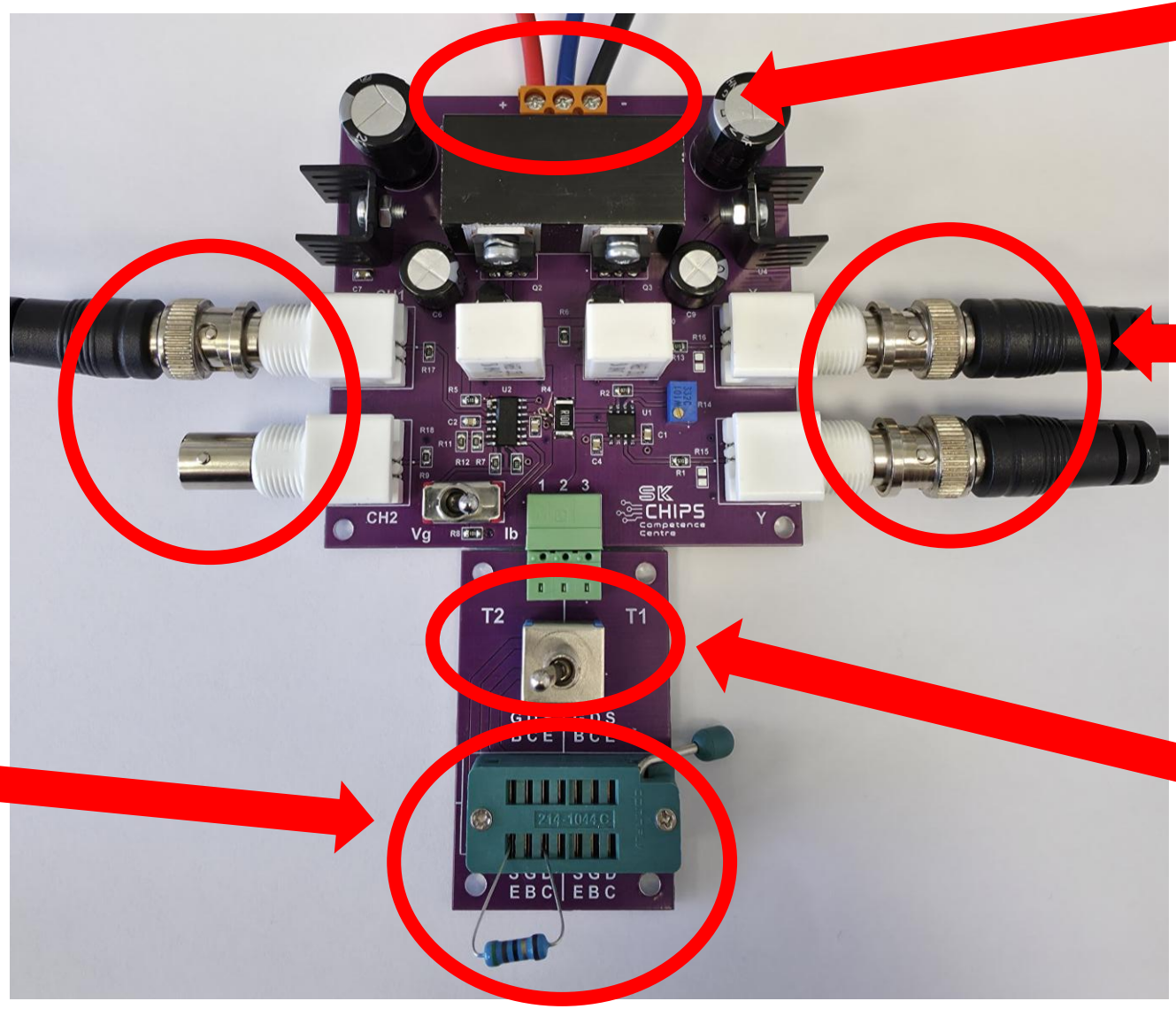
Merací prípravok

Napájanie

Tu pripájame zdroj

Vstupy

Tu pripájame generátor



Výstupy

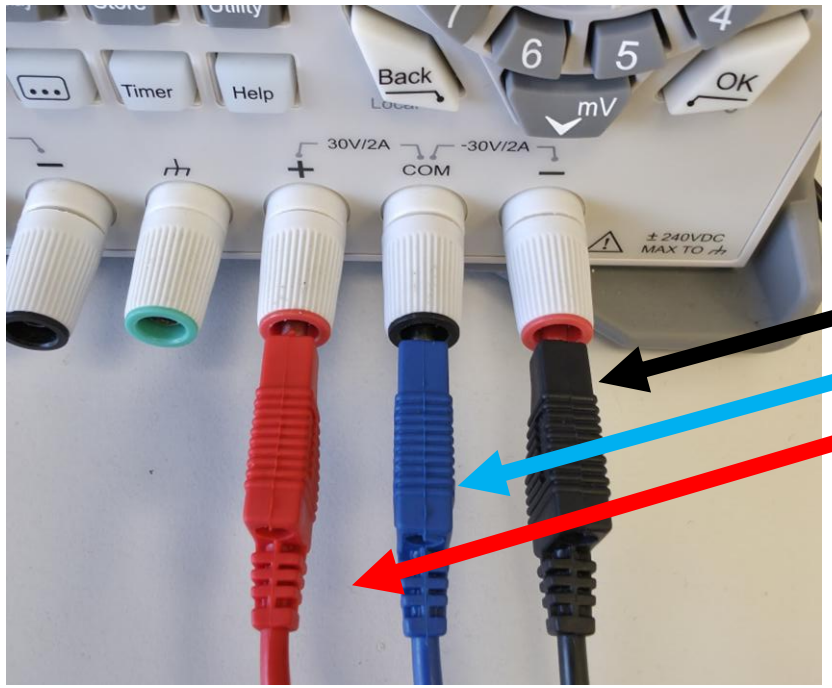
Tu pripájame osciloskop

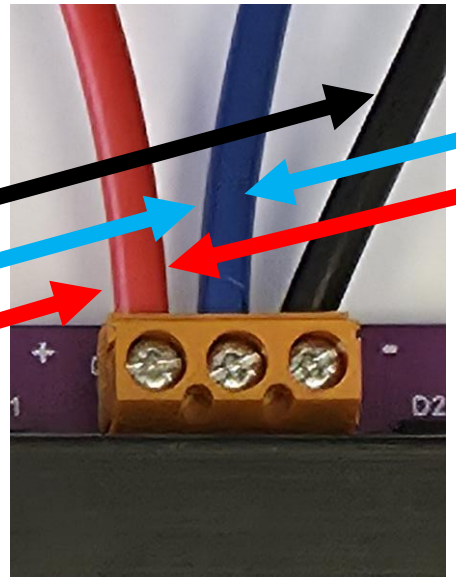
Kontaktné pole

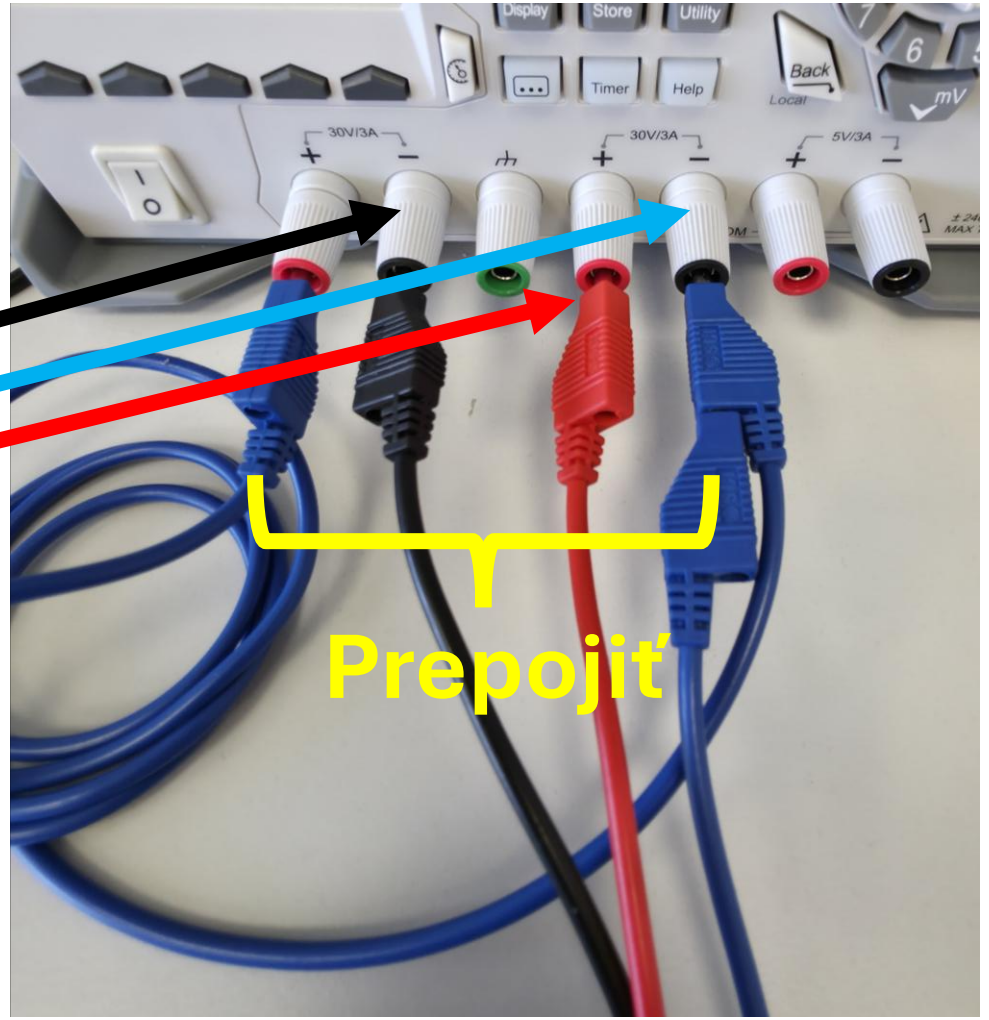
Tu pripájame súčiastky

Prepínanie meranej súčiastky

Zapojenie pracoviska

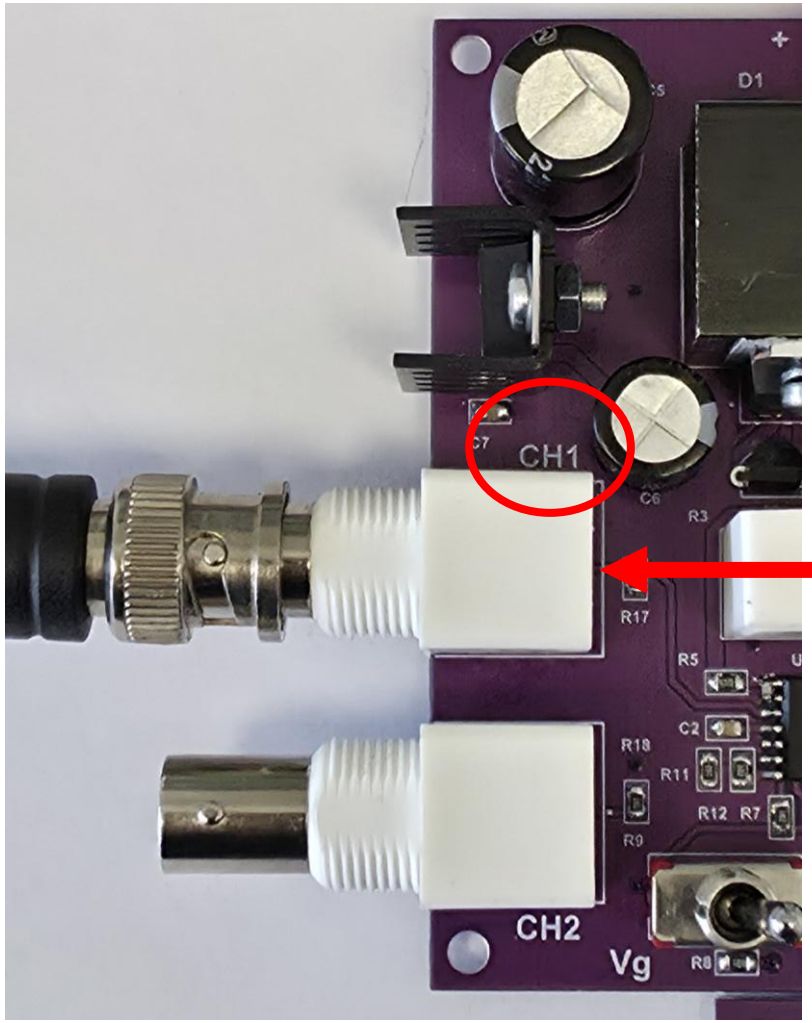




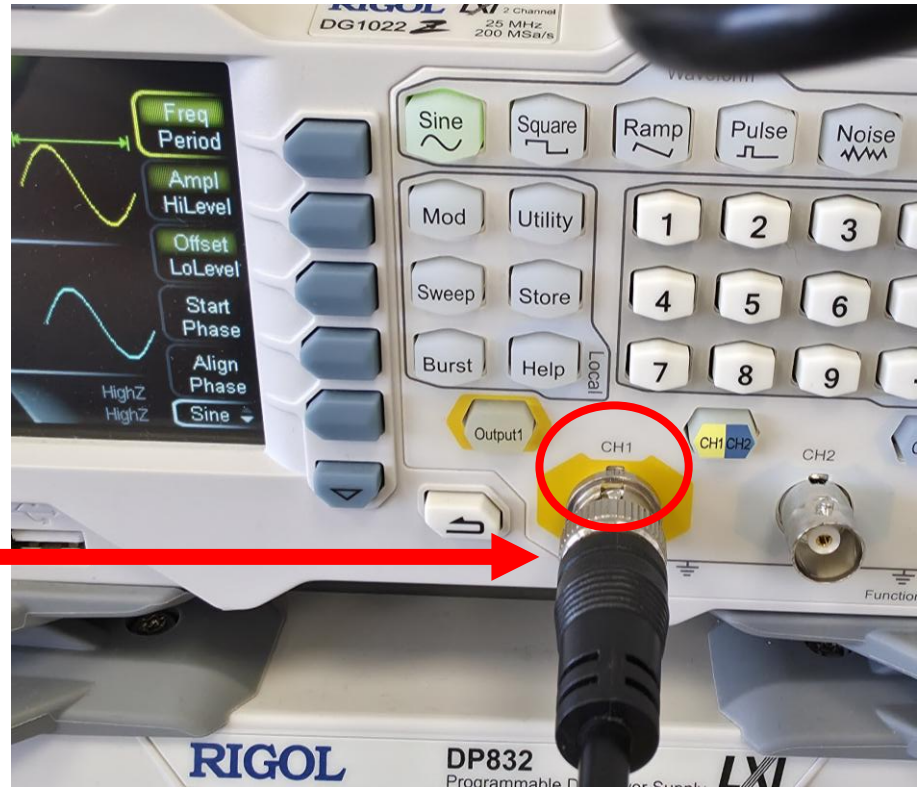


Nastaviť 20V / 1A na oboch kanáloch zdroja !!

Zapojenie pracoviska

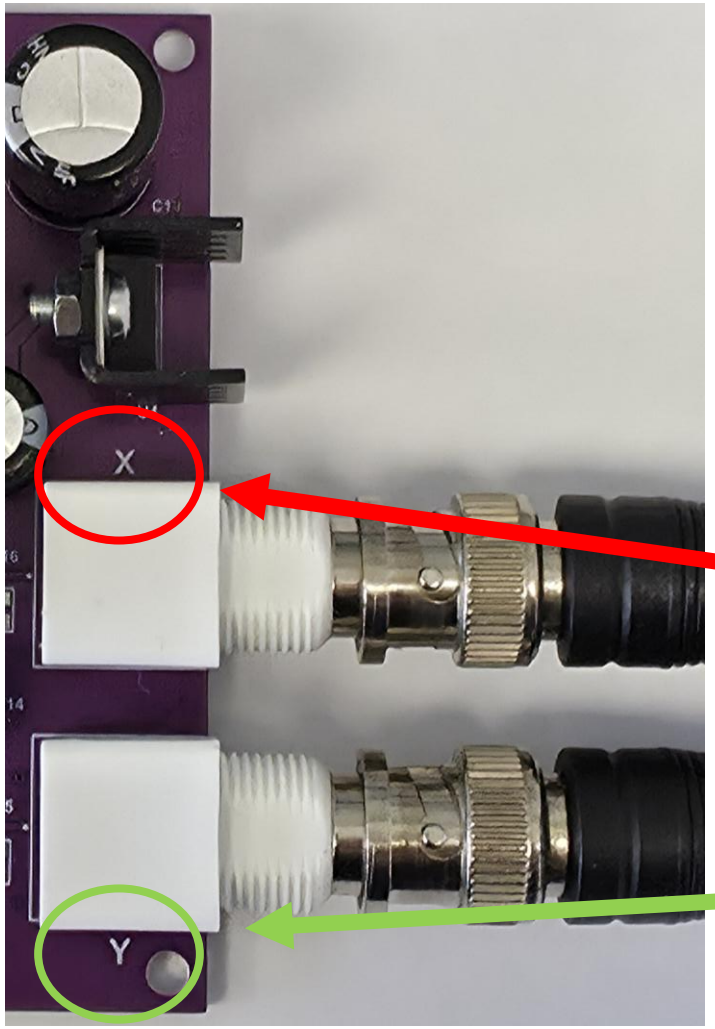


Prepojiť

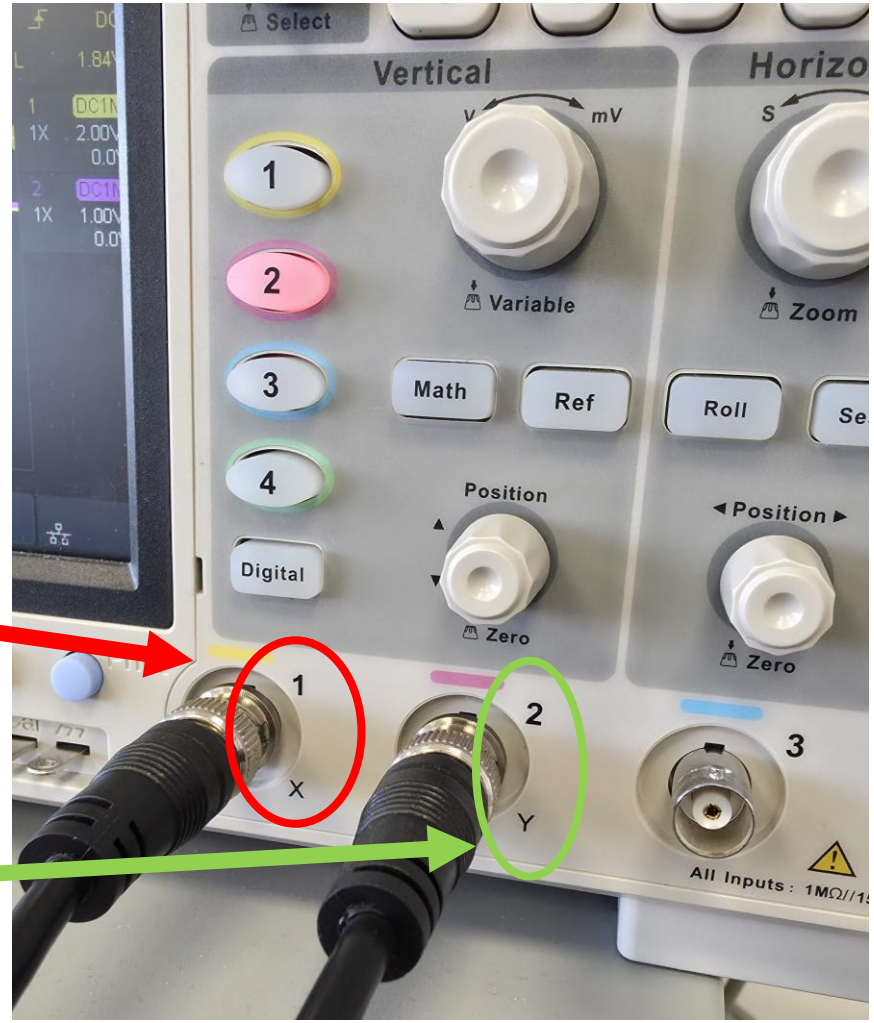


Nastaviť (skontrolovať) :
Frekvenciu f = 1kHz
Amplitúdu U = 5Vpp
Offset U_{DC} = 0,0V
Fázu ϕ = 0°

Zapojenie pracoviska

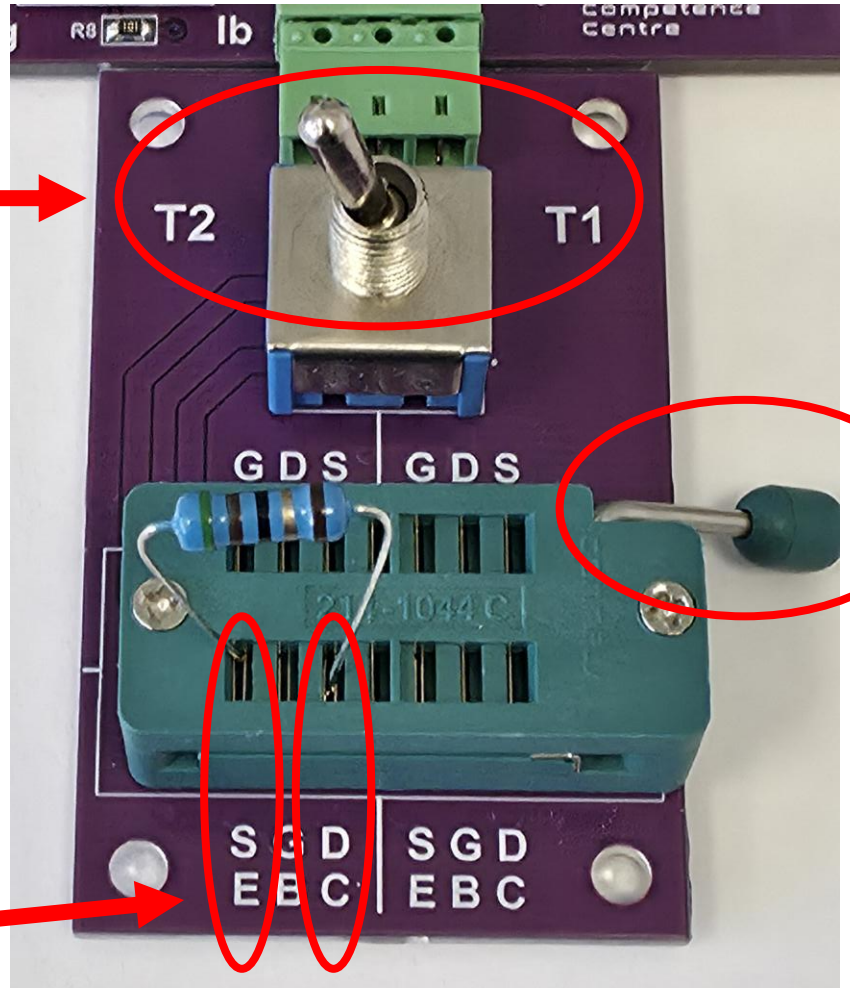


Prepojiť



Zapojenie pracoviska

Prepínač pre výber meracej strany T1 / T2



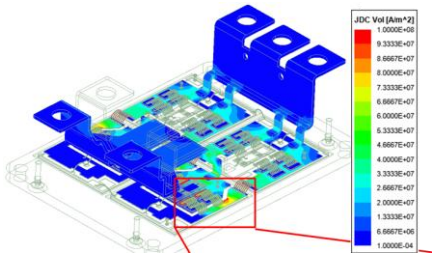
Súčiastku zapájať medzi E a C

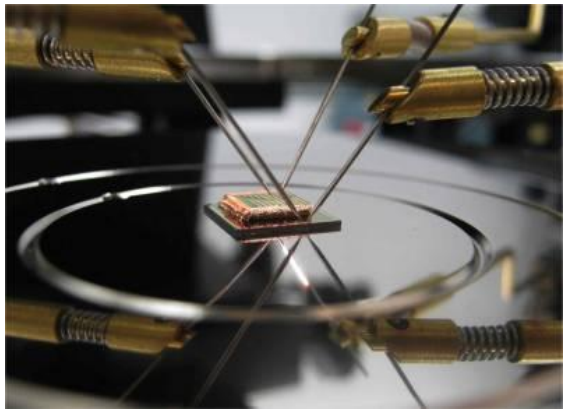
Páčka pre uvoľnenie a upevnenie súčiastky

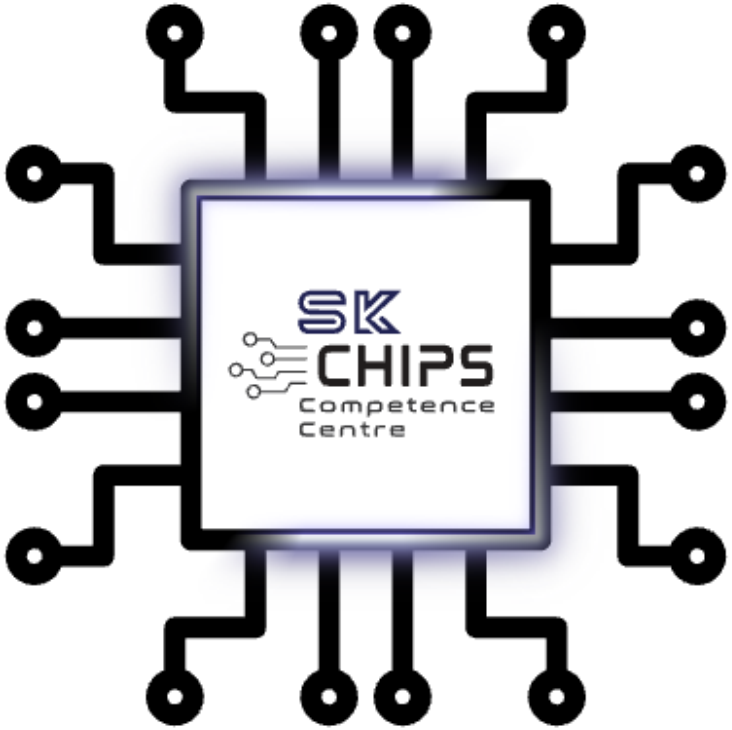
Ďakujem za pozornosť















Chips JU

Robert Szobolovszký robert.szobolovszky@skchips.sk

MINISTRY OF EDUCATION, RESEARCH, DEVELOPMENT AND YOUTH OF THE SLOVAK REPUBLIC

MINISTRY OF ECONOMY OF THE SLOVAK REPUBLIC