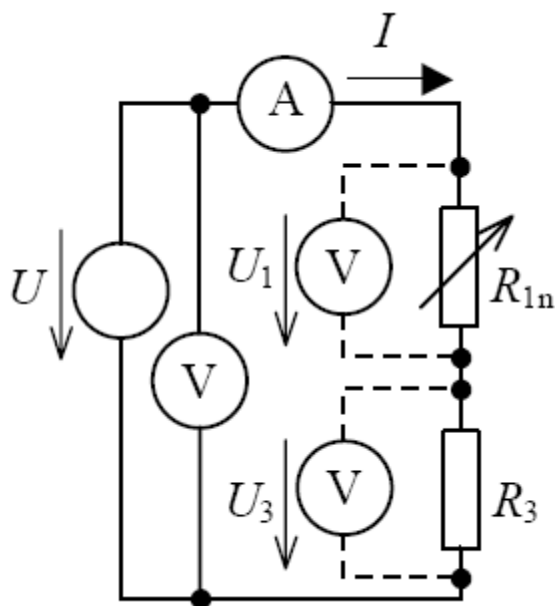


ÚVOD DO TEORIE ELEKTRICKÝCH OBVODŮ

Soustava

Elektrický obvod



Příklad elektrického obvodu

Elektrický obvod je tvořen zpravidla:

- **soustavou zdrojů** elektrické energie (resp. generátorů signálů),

- **spotřebiči** elektrické energie a

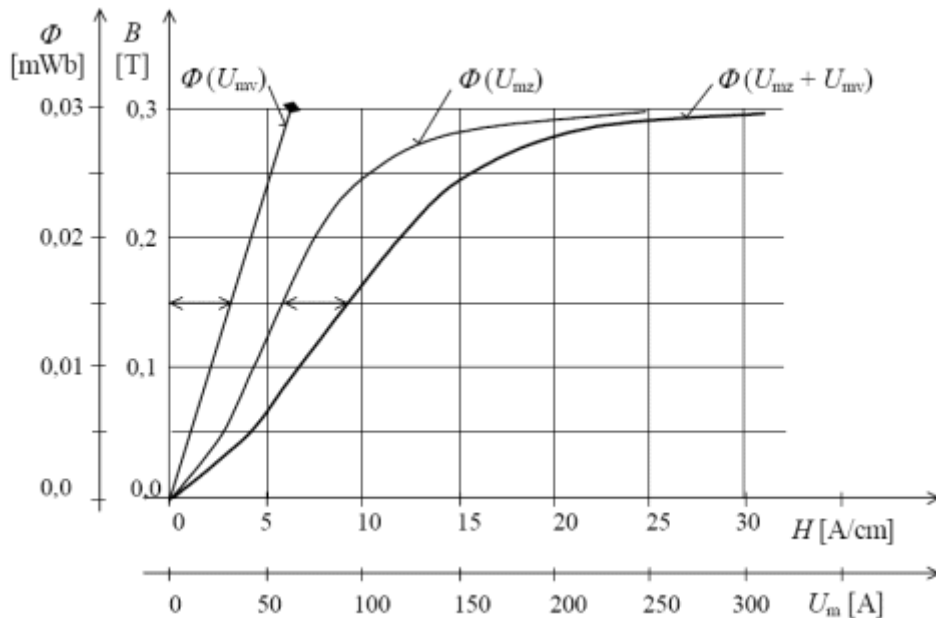
- **spojovacími vodiči**, které mají za úkol jednotlivé obvodové prvky vodivě propojit.

Prvky elektrických obvodů jsou:

a) aktivní - zdroje napětí a proudu,

b) pasivní - rezistory, cívky a kondenzátory.

Vlastnosti prvků jsou určeny parametry nebo charakteristikami.



Příklad charakteristiky

Uzel je vodivé spojení dvou a více prvků v obvodu v jednom místě.

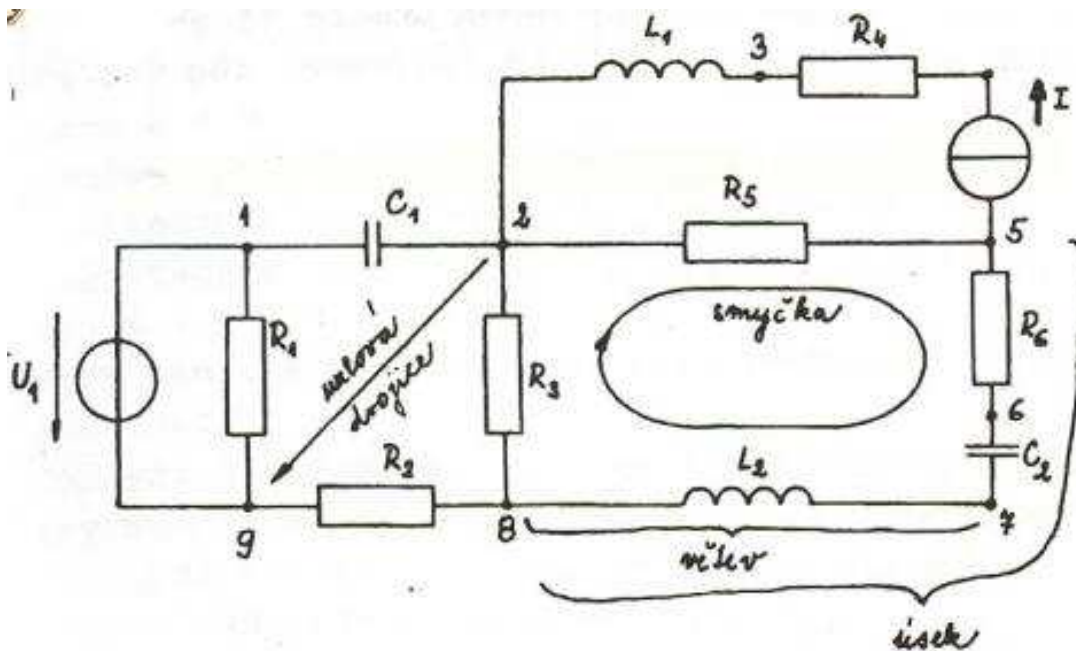
Větev je část obvodu mezi dvěma uzly.

Pojmem **úsek** označujeme sériové spojení větví mezi dvěma uzly se stykem alespoň dvou větví.

Uzlový pár je tvořen libovolnou dvojicí uzlů.

Smyčkou lze rozumět uzavřený okruh z větví.

Paralelní větve jsou dvě větve připojené k jednomu uzlovému páru.



Elektrické obvody lze dělit dle několika hledisek:

1) dle účelu, kterému obvod slouží

- a) pro přenos energie
- b) pro přenos informací
 - b.1) obvody analogové
 - b.2) obvody číslicové - digitální

2) z hlediska teorie elektromagnetického pole

- a) obvody se soustředěnými parametry
- b) obvody s rozloženými parametry

3) dle vlastností obvodů

- a) lineární
- b) nelineární

4) dle obsažených obvodových prvků

- a) aktivní
- b) pasivní obvody

Elektrické obvody se mohou nacházet v různých stavech:

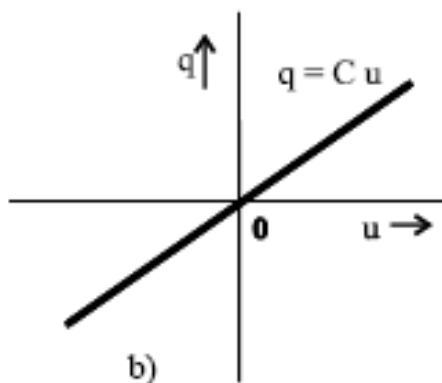
1) ustálený stejnosměrný stav

2) ustálený střídavý stav

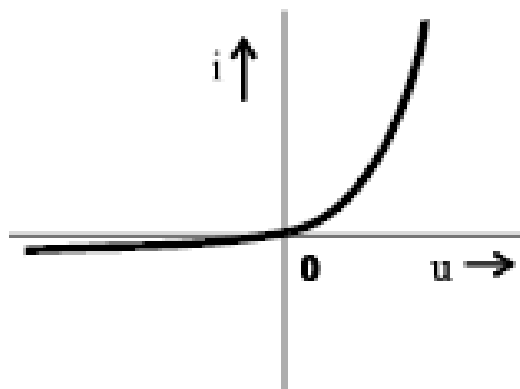
3) přechodný neustálený stav

Prvky elektrických obvodů

Podle počtu pólů rozeznáváme **dvojpóly, trojpóly, čtyřpóly** atd.
Dvojpóly lze rozdělit na **lineární a nelineární**.



a) lineární dvojpól



b) nelineární dvojpól

Aktivní prvky - zdroje elektrické energie

Aktivní prvky dělíme na:

- a) nezávislé (autonomní) zdroje**
- b) závislé (řízené) zdroje**

ad a) nezávislé zdroje

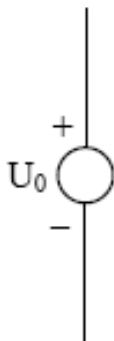
Zdroj může trvale dodávat do elektrického obvodu výkon

Svorkové napětí

Vnitřní odpor

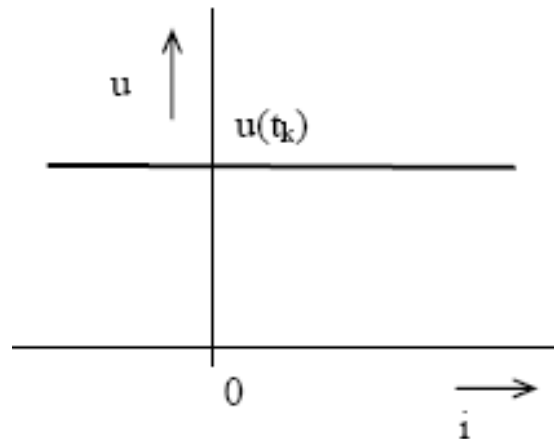
Ideální zdroj

Ideální zdroj napětí



Zatěžovací charakteristika zdroje.

Vnitřní odpor se rovná nule.

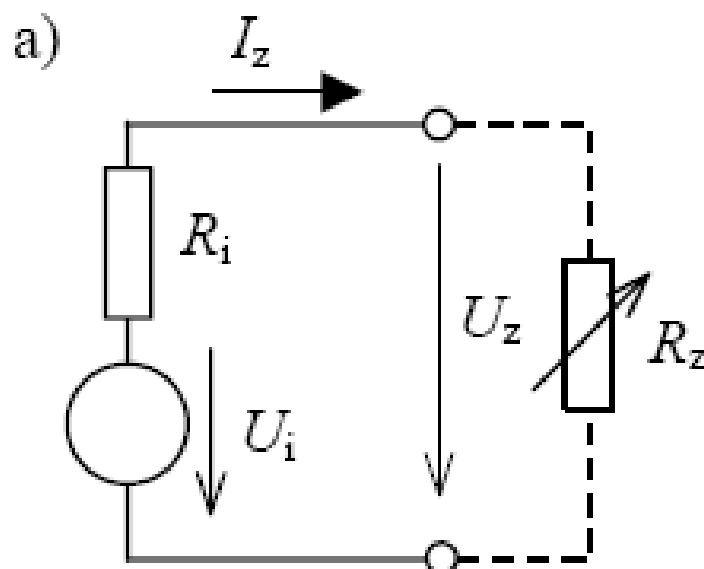


Reálný zdroj napětí

Reálný zdroj napětí se chová odlišně a má jistá omezení

Stav naprázdno

Napětí naprázdno nebo vnitřní napětí

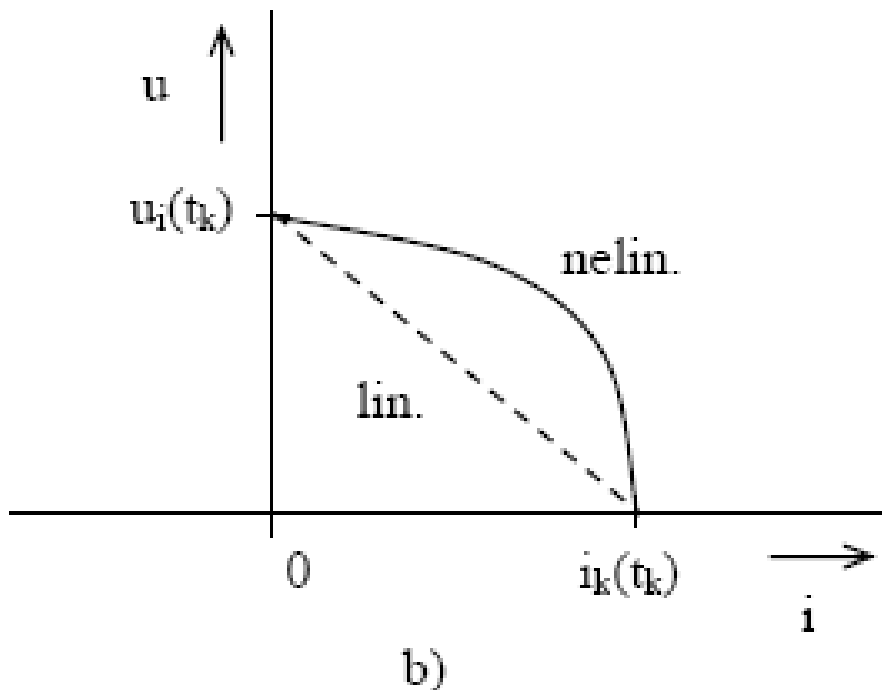


Náhradní schéma reálného zdroje stejnosměrného napětí

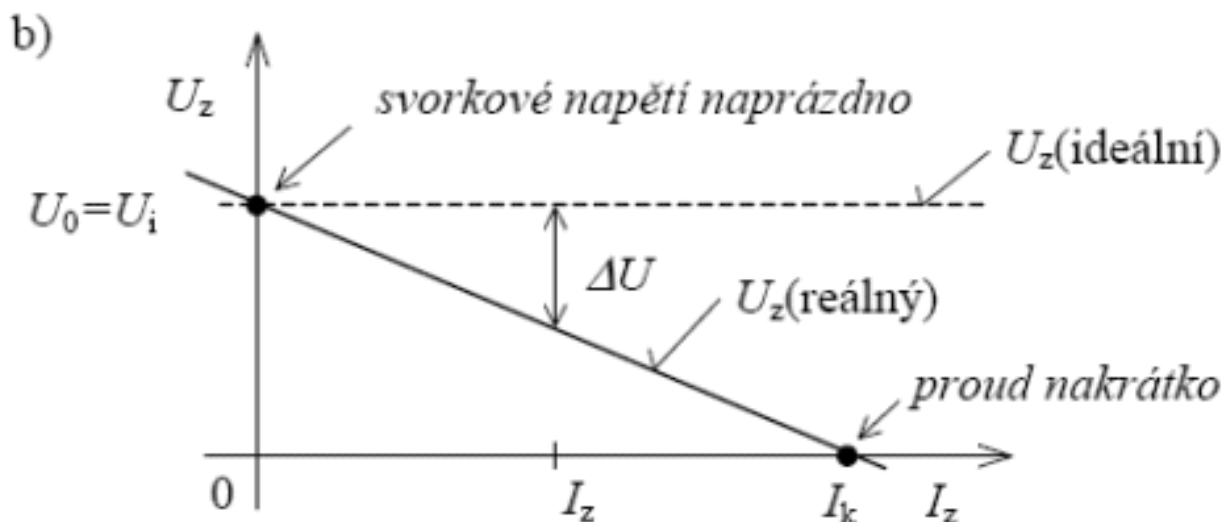
Vnitřní napětí U_i a vnitřní elektrický odpor R_i

Svorkové napětí

Proud i_k se nazývá jako **proud nakrátko** a jedná se o proud protékající obvodem při zkratovaných svorkách.



Zatěžovací charakteristika zdroje je závislost svorkového napětí U_z na zatěžovacím proudem I_z .

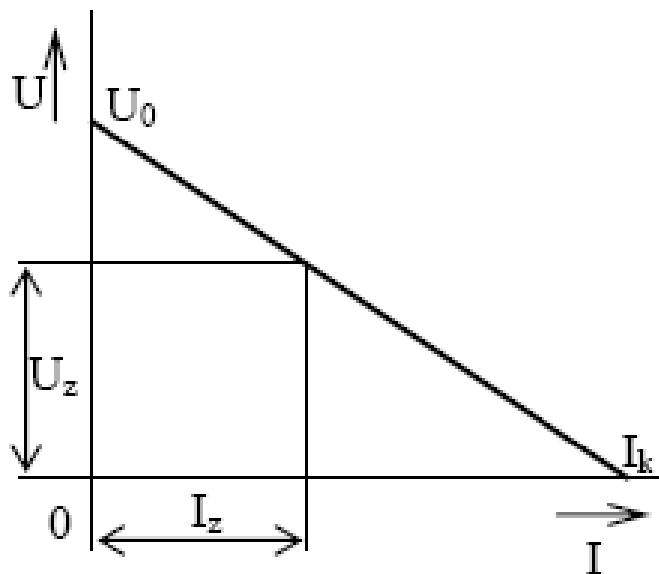


Zatěžovací proud I_z je dán velikostí zátěže, kterou zde představuje rezistor s odporem R_z . **Při nezatíženém zdroji je $R_z \rightarrow \infty$ a $I_z = 0$, zdroj pracuje naprázdno.** Naopak je-li $R_z = 0$, hovoříme o stavu nakrátko a **zatěžovací proud nabývá maximální hodnoty $I_z = I_k$.**

$$R_i = \frac{U_i}{I_k}$$

$$U_z = U_i - \Delta U$$

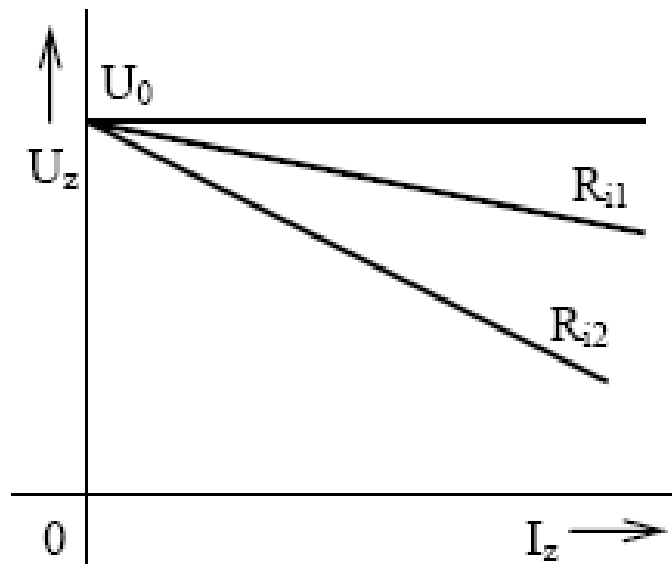
$$\Delta U = R_i I_z$$



$$U_z = \frac{R_z}{R_i + R_z} U_0$$

Čím bude velikost R_i menší, tím méně bude U_z záviset na zatěžovacím proudu I_z .

$$I_z = \frac{U_0}{R_i + R_z}$$

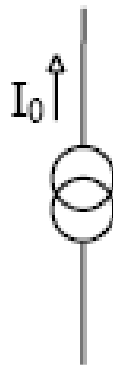


Příklad

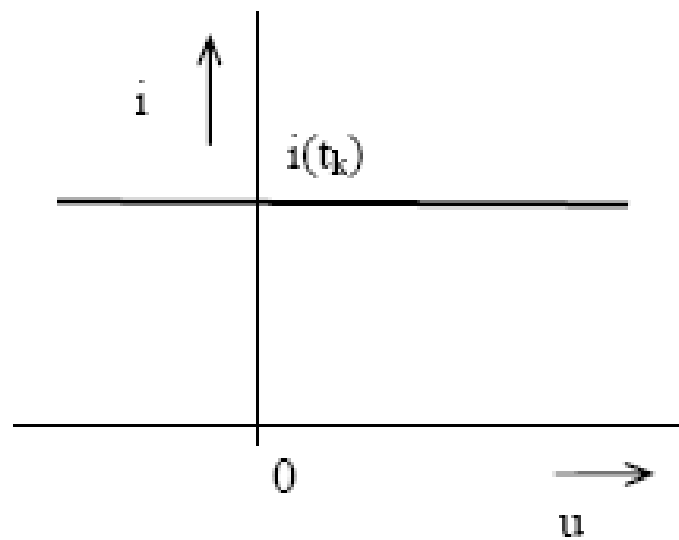
Sestrojte zatěžovací přímku elektrického zdroje a určete vnitřní odpor R_i , je-li napětí naprázdno 12 V, po připojení zatěžovacího rezistoru s hodnotou 10Ω teče obvodem proud 0,8 A a svorkové napětí poklesne na 9 V.

Ideální zdroj proudu

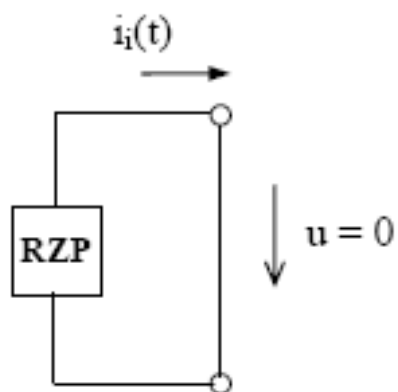
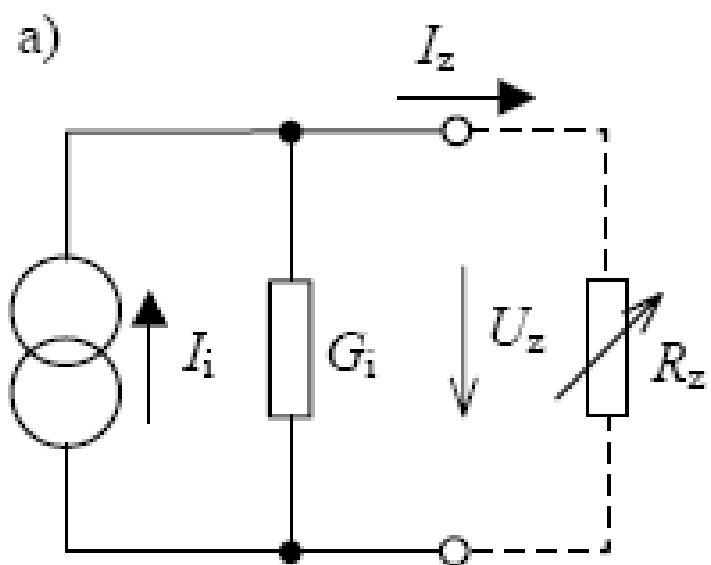
Jeho vnitřní odpor je nekonečně velký.



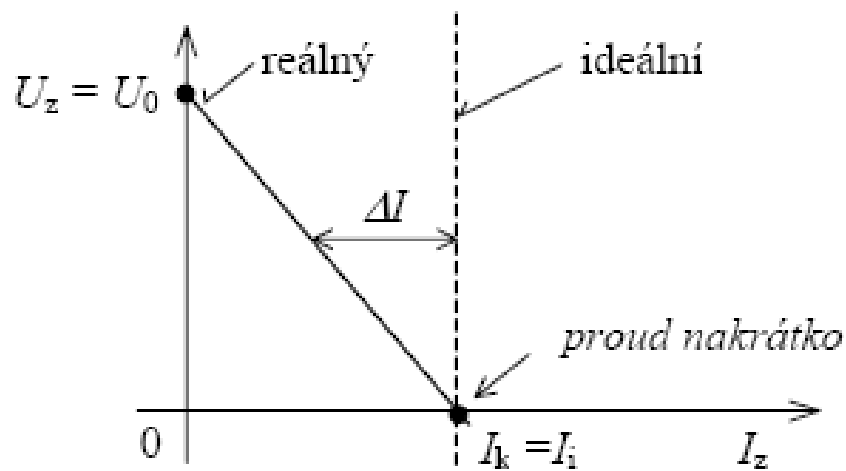
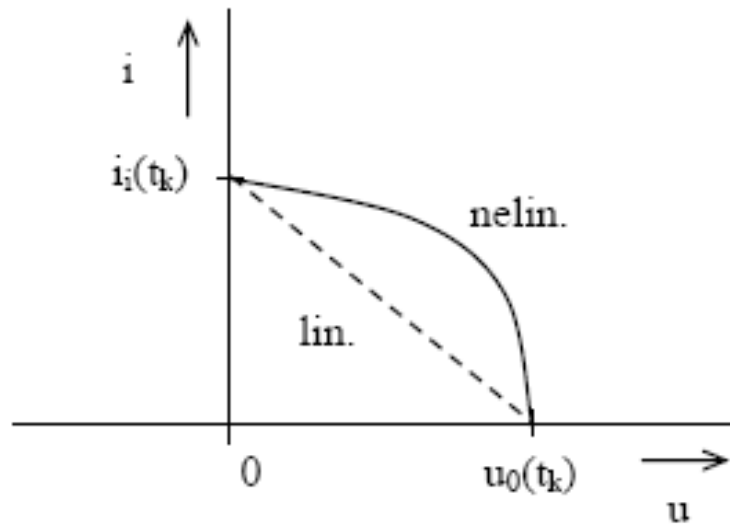
Také **ideální zdroj proudu má schopnost dodávat nekonečně velký výkon.**



Reálný zdroj proudu



Všechny skutečné zdroje (tj. různé monočlánky, akumulátory, dynama, transformátory apod.) se svou podstatou blíží spíše zdrojům napěťovým. Zdroje proudu jsou realizovány elektronickou cestou, při využití tzv. zpětnovazebních obvodů.

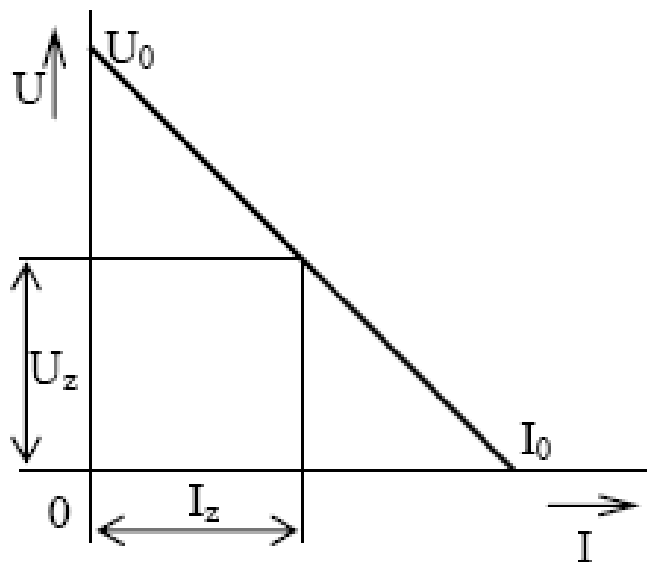


$$G_i = \frac{I_k}{U_0}$$

$$I_z = I_i - \Delta I$$

$$\Delta I = G_i U_z$$

$$U_z = R_i (I_0 - I_z)$$



$$U_z = \frac{R_i R_z}{R_i + R_z} I_0$$

ad b) řízené (závislé) zdroje elektrické energie

Řízené zdroje elektrické energie slouží pro modelování tzv. aktivních elektronických prvků (např. tranzistorů) nebo celých složitých obvodů.

Ideální řízený zdroj neodebírání ze signálového obvodu energii, je schopen dodávat nekonečný výkon a jeho řízené napětí nebo proud je nezávislé na zatížení.

To neplatí pro reálné řízené zdroje, podobně jako tomu bylo u zdrojů nezávislých.

Pasivní prvky elektrických obvodů

Nemohou do obvodu dodávat elektrickou energii. Jsou to prvky disipativní, které energii spotřebovávají a prvky akumulativní, které ji akumulují.

Skutečné, reálné prvky - zahrnují všechny způsoby přeměny energie. Většinou je jeden z nich žádoucí a je dominantní a zbývající jsou obvykle nežádoucí a pokládáme je za parazitní.

Pro zjednodušení definujeme **ideální obvodové prvky** (jediný způsob přeměny energie).

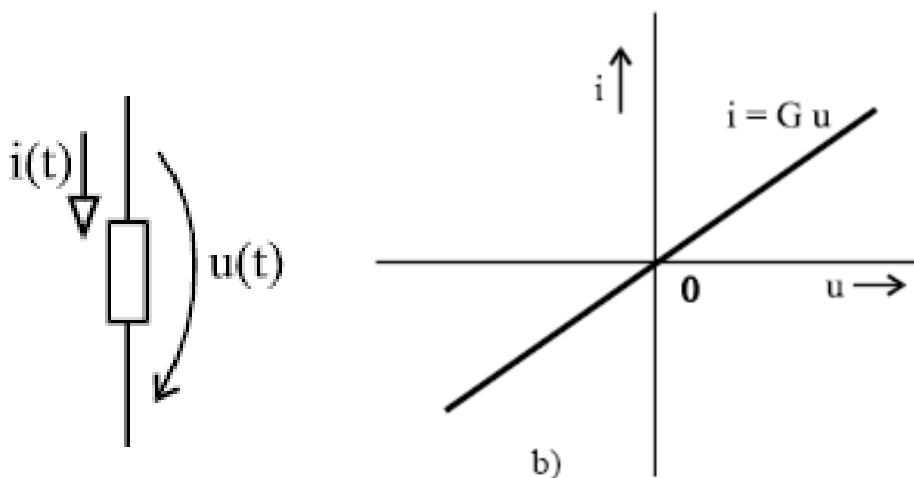
Náhradní schémata - modely reálných prvků

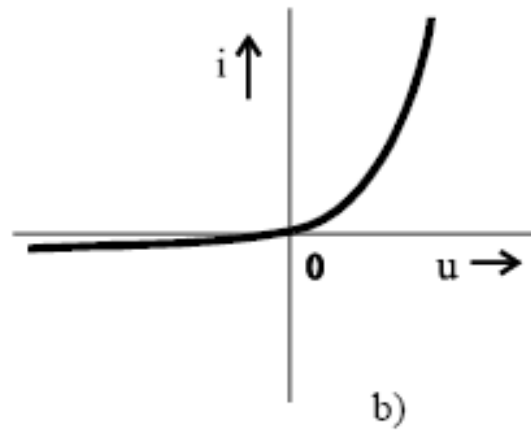
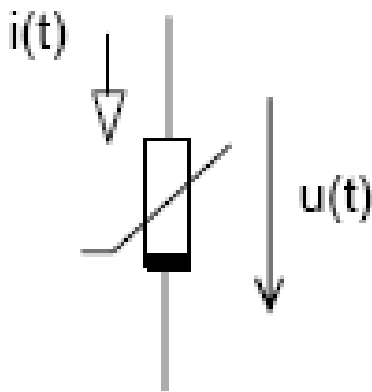
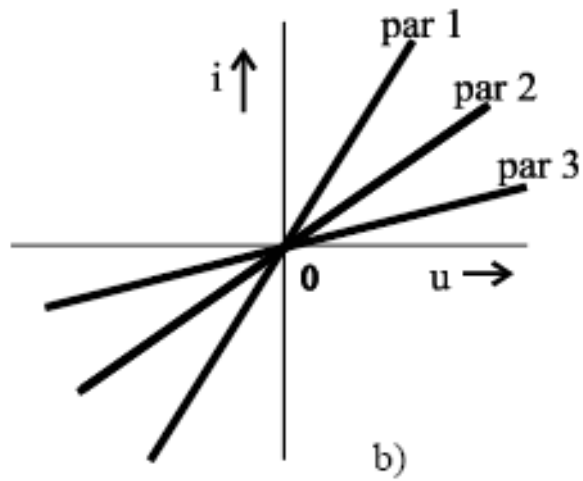
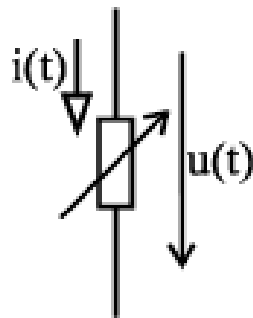
odpor – rezistor

kondenzátor – kapacitor

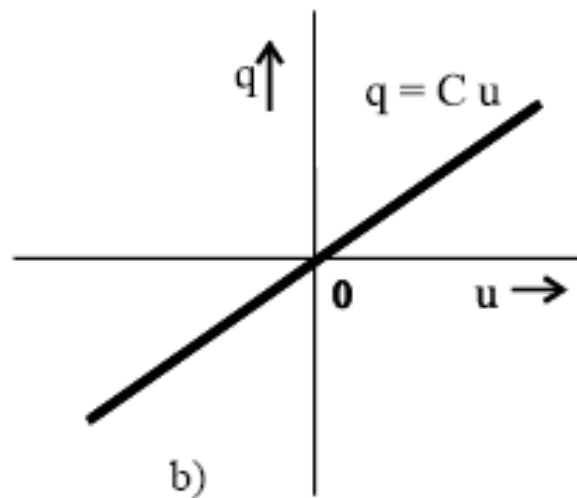
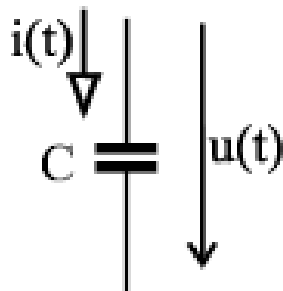
cívka – induktor

Rezistor

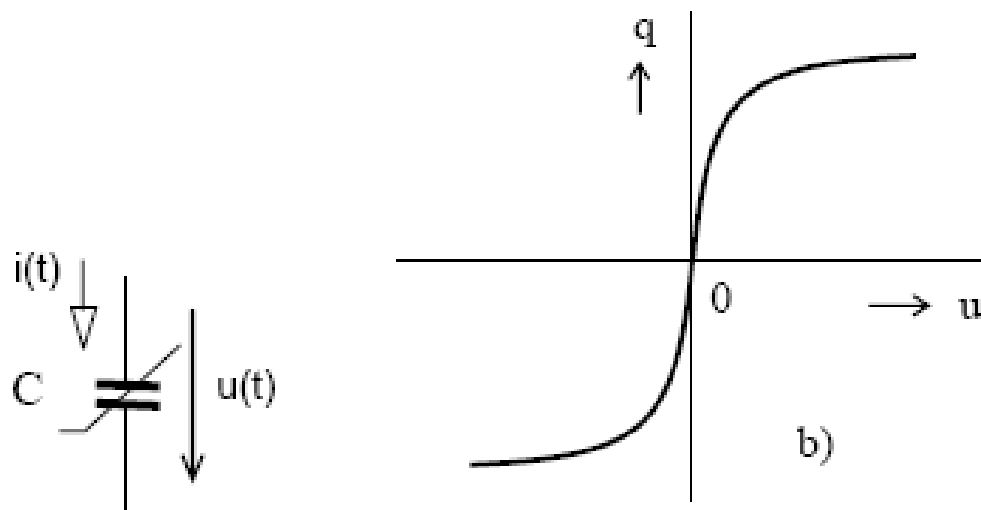




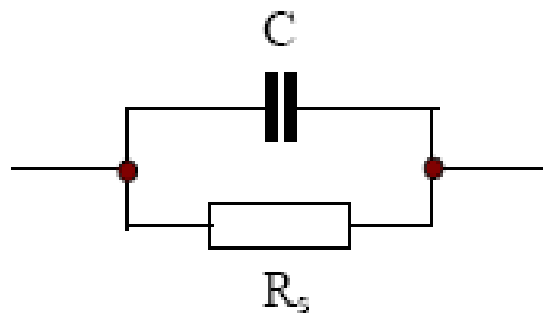
Kapacitor



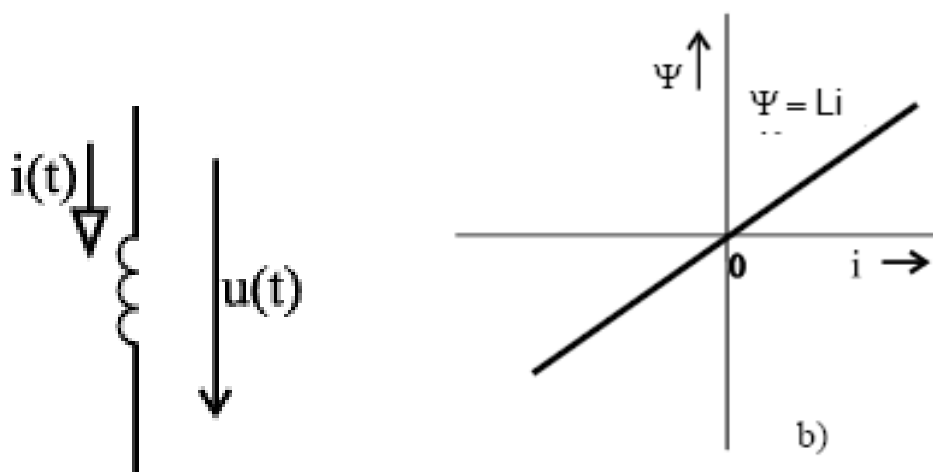
Nelineární kapacitor



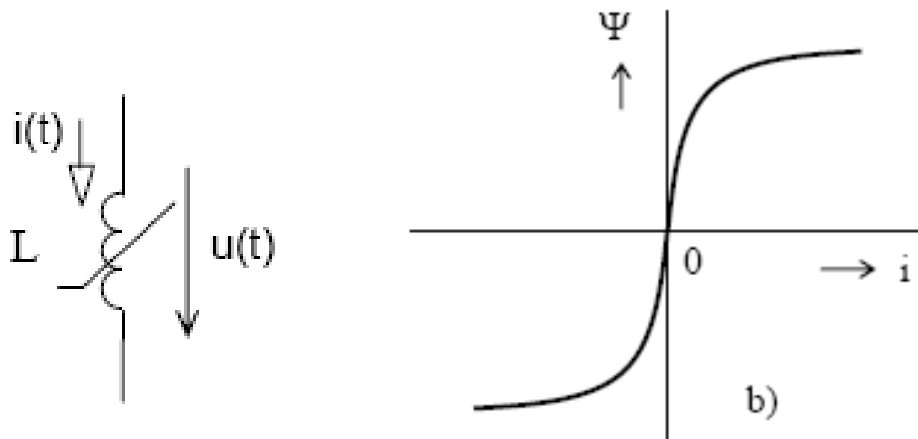
Kondenzátor



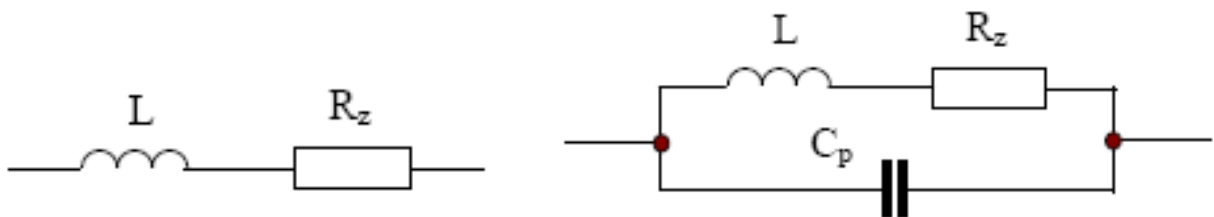
Induktor



Nelineární induktor

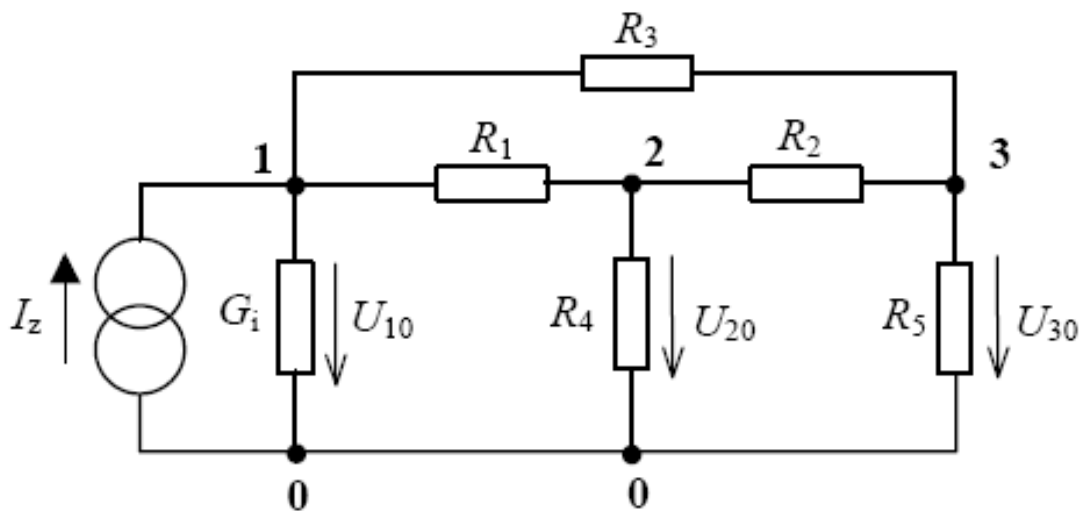


Cívka



Příklad 1

Podrobně si prohlédněte následující schéma zapojení obvodu a určete jeho části.



Příklad 2

Vezměte papír nejlépe o velikosti A3 a napište členění elektrických obvodů do čtyř skupin, které jsme se učili. Vytvořte tzv. pavouka!

Příklad 3

Poznatky o zdrojích napětí a proudu se nejlépe osvojují kreslením zatěžovacích charakteristik a jejich následnou analýzou. Nakreslete tedy zatěžovací charakteristiky reálného zdroje napětí a proudu.

Příklad 4

Vezměte kousek papíru a postupně nakreslete schematické značky pasivních prvků.

Příklad 5

Je dán skutečný zdroj proudu, stanovte vnitřní odpor a napětí naprázdno. Proud ideálního zdroje $I_0=2\text{ A}$. Při zatížení rezistorem o odporu $R_z=60\ \Omega$ bylo na zátěži napětí $U_z=30\text{ V}$.

Příklad 6

Monočlánek typu R 14 má napětí naprázdno rovno $U_0=1,5\text{ V}$. Odebíráme-li z něj proud $I_z = 0,5\text{ A}$, klesne výstupní napětí na hodnotu $1,1\text{ V}$. Určete prvky náhradního schématu monočlátku.

Protože pokles napětí $\Delta U = 1,5 - 1,1 = 0,4\text{ V}$ byl při zatěžovacím proudu $0,5\text{ A}$, je vnitřní odpor roven $R_i = 0,4/0,5 = 0,8\ \Omega$. Vnitřní napětí zdroje v náhradním schématu je pak $U_i=U_0=1,5\text{ V}$.

Příklad 7

Startér automobilu potřebuje pro bezpečný start napětí alespoň 10 V a odebírá přitom proud 80 A . Jaký největší vnitřní odpor smí mít akumulátorová baterie, má-li napětí naprázdno $U_0=12\text{ V}$?

Protože je při zatěžovacím proudu 80 A dovolený úbytek napětí $\Delta U = 2\text{ V}$, nesmí být vnitřní odpor větší než $2/80=0,025\ \Omega = 25\text{ m}\Omega$.

Příklad 8

Stejnoseměrný zdroj napětí připojený k rezistoru $R_1 = 68\ \Omega$ způsobuje proud $I_1 = 150\text{ mA}$ a k rezistoru $R_2 = 100\ \Omega$ pak proud $I_2 = 106\text{ mA}$. Vypočtěte parametry napěťového modelu tohoto zdroje.

Vyjdeme z rovnice pro svorkové napětí $U = RI = U_i - R_i I$, do které postupně dosadíme zadané hodnoty. Dostaneme tak soustavu dvou rovnic pro dvě neznámé veličiny U_i a R_i

$$R_1 I_1 = U_i - R_i I_1, \quad R_2 I_2 = U_i - R_i I_2.$$

Jejich řešením (např. odečtením druhé rovnice od první) obdržíme

$$R_i = \frac{R_1 I_1 - R_2 I_2}{I_2 - I_1} = 9,09 \overline{\Omega} \quad \text{a dále} \quad U_i = (R_1 + R_i) I_1 = (R_2 + R_i) I_2 = 11,5636 \overline{\Omega}.$$

Příklad 9

U skutečného zdroje proudu stanovte vnitřní odpor a napětí naprázdno. Proud ideálního zdroje $I_0 = 2A$. Při zatížení rezistorem o odporu $R_z = 60\Omega$ bylo na zátěži napětí $U_z = 30V$.

Platí vztah

$$U_z = \frac{R_i R_z}{R_i + R_z} I_0.$$

Z této rovnice vyjádříme R_i a dostaneme

$$R_i = \frac{U_z R_z}{R_z I_0 - U_z} = \frac{30 \cdot 60}{60 \cdot 2 - 30} \Omega = 20 \Omega.$$

Napětí naprázdno

$$U_0 = R_i I_0 = (20 \cdot 2) V = 40 V.$$