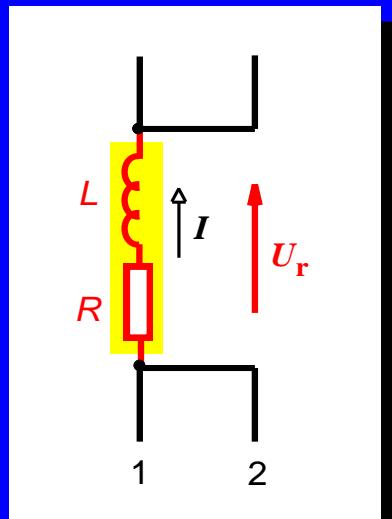
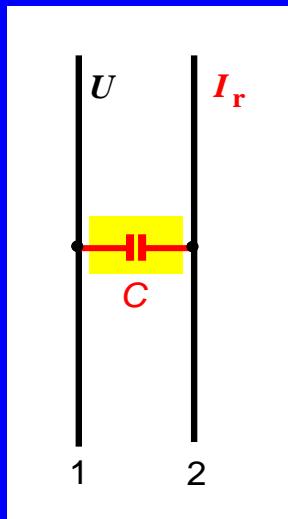


# VAZEBNÍ MECHANISMY PŘENOSU RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ

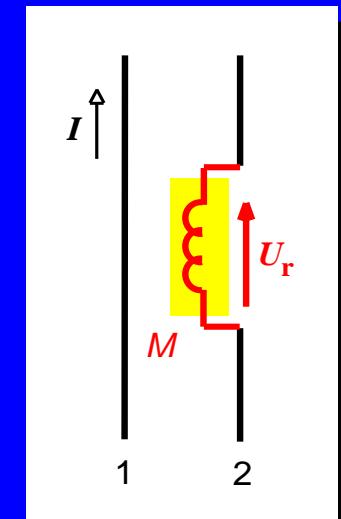
- Galvanická vazba (vazba společnou impedancí)
- Kapacitní vazba
- Induktivní vazba
- Vazba vyzařováním



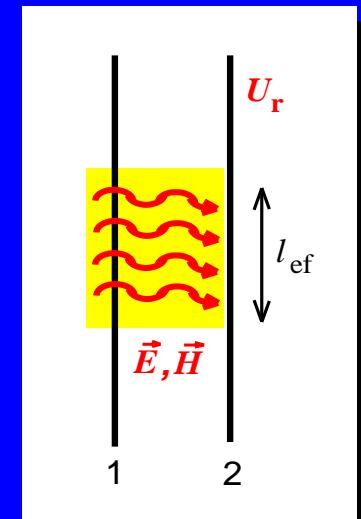
$$U_r = R \cdot I + L \cdot \frac{dI}{dt}$$



$$I_r = C \cdot \frac{dU}{dt}$$



$$U_r = M \cdot \frac{dI}{dt}$$



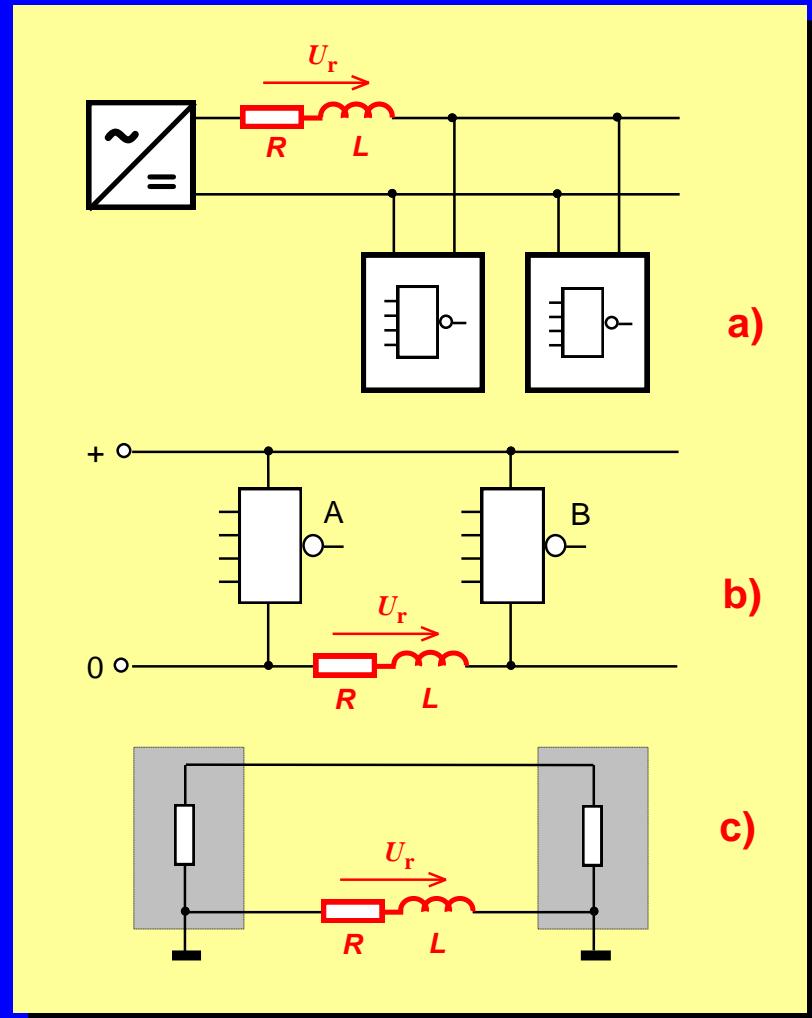
$$U_r = E \cdot l_{\text{ef}}$$

# Parazitní galvanická vazba (vazba společnou impedancí)

a) ve společném napájecím vedení

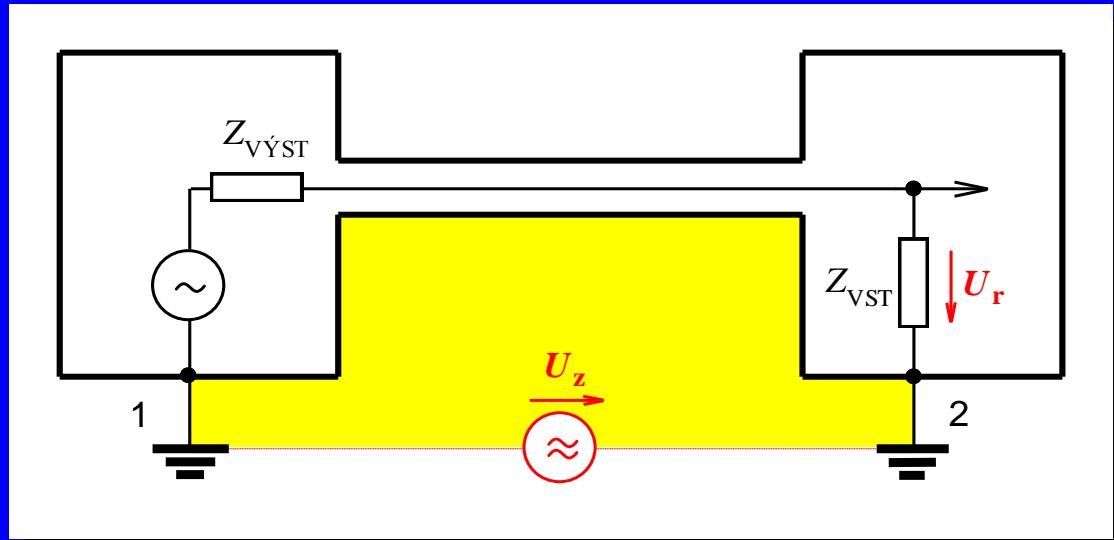
b) ve společném vedení řídicích signálů

c) ve společném vícebodovém uzemnění



# Parazitní vazba zemní smyčkou

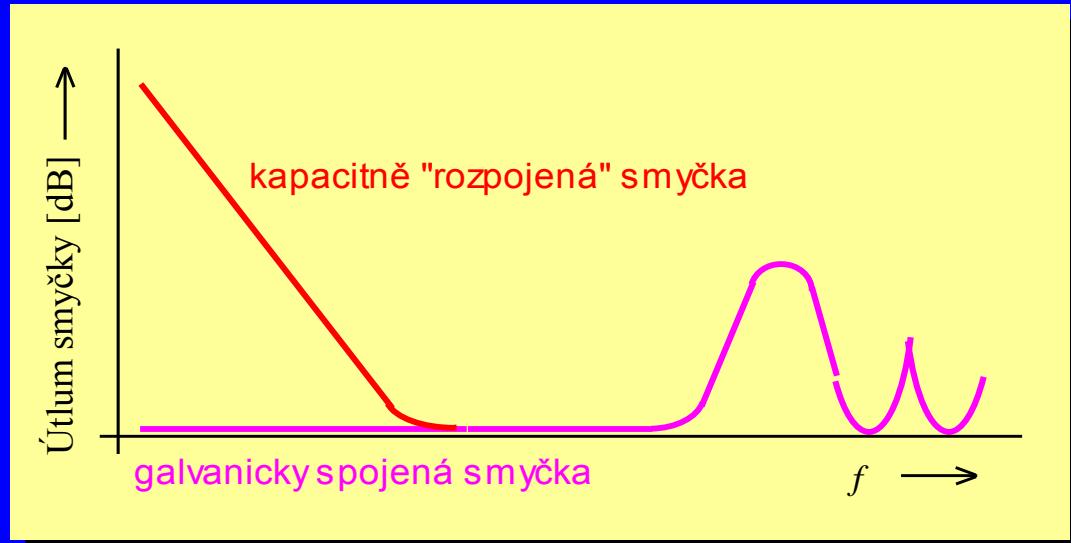
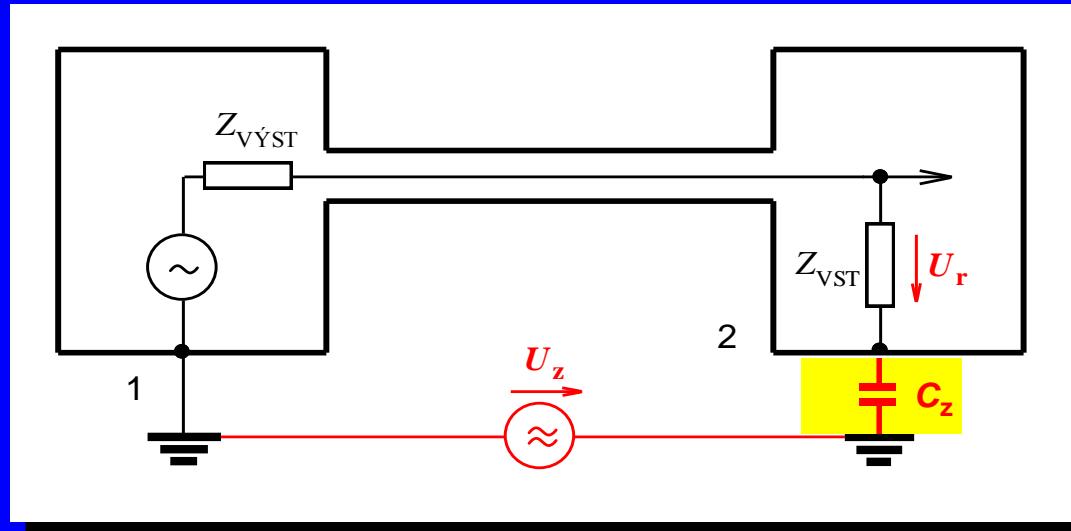
v případě separátního zemnění dvou systémů v různých bodech



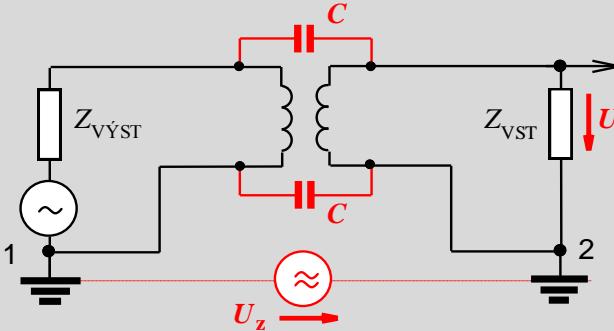
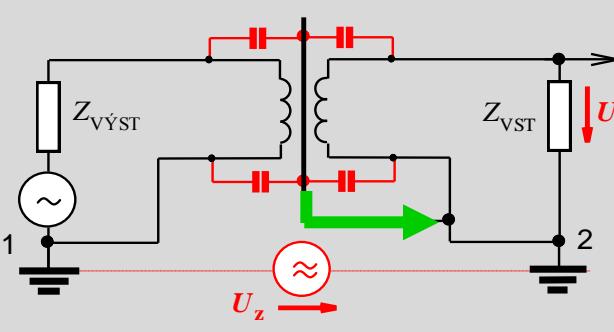
Galvanická parazitní vazba uzavřenou zemní smyčkou

- Principy zmenšení rušivého napětí
- zvýšení impedance (útlumu) smyčky
  - „úplné“ přerušení smyčky

# Rozpojení zemní smyčky

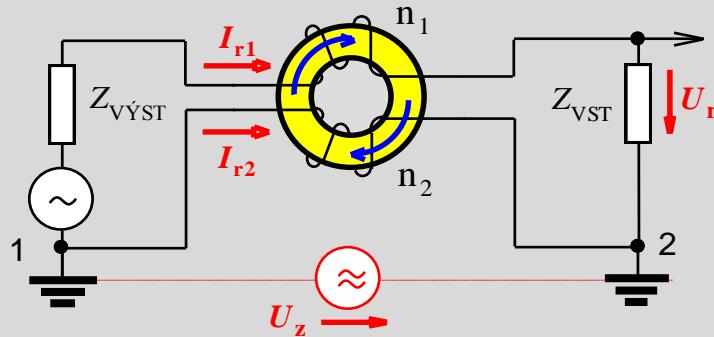


# Způsoby potlačení parazitní vazby zemní smyčkou

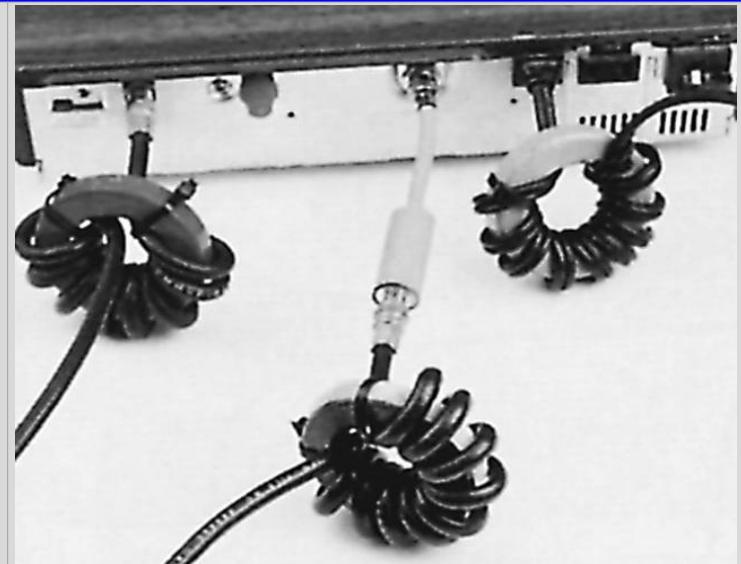
Zapojení	Poznámka
<p><b>Oddělovací transformátor</b></p>  	<p>Zemní smyčka je galvanicky rozpojena. Zbytková parazitní vazba existuje pouze na vyšších kmitočtech přes rozptylové kapacity <b>C</b> transformátoru.</p> <p>Vazbu přes rozptylové kapacity <b>C</b> transformátoru lze zmenšit zařazením stínicího „bočníku“ pro rušivý proud mezi primární a sekundární vinutí transformátoru.</p>

## Zapojení

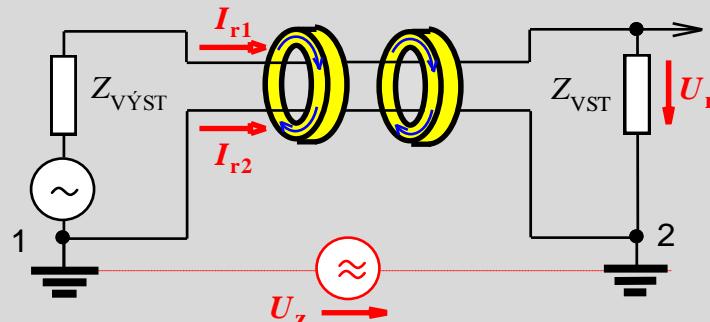
### Neutralizační transformátor, BALUN



## Poznámka

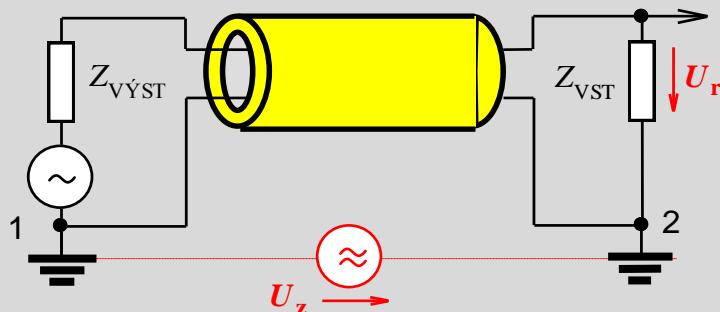


### Feritové kroužky, příp. feritové perličky



## Zapojení

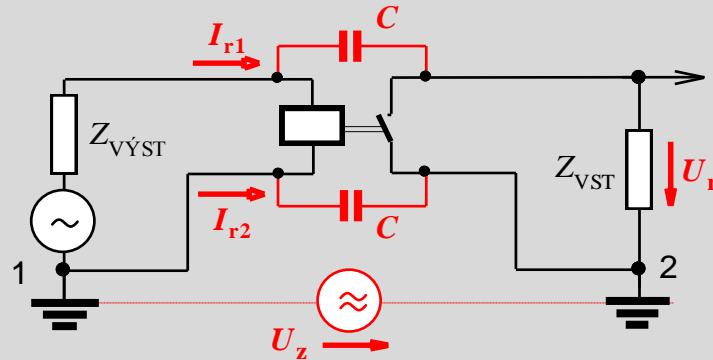
### Vedení s útlumovým pláštěm



## Poznámka

Účinek je stejný jako při použití feritových kroužků. Plášť vedení je vytvořen ze **silně ztrátového materiálu** (ztrátová pryž, ztrátové dielektrikum apod.) absorbuje elektromagnetické rušivé signály.

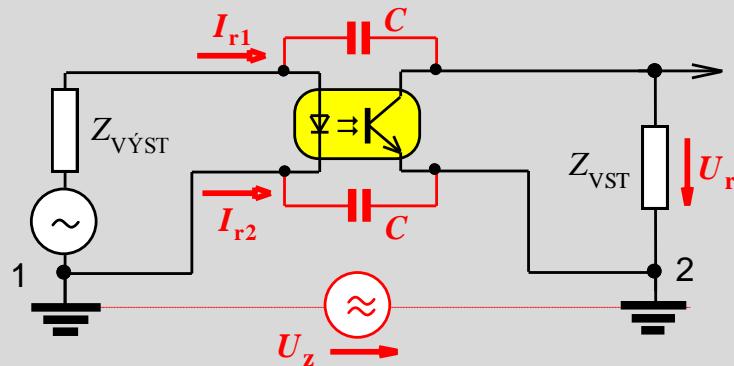
### Elektromechanické relé



Lze použít jen pro přenos binárních signálů. Rozptylová kapacita **C** má hodnotu až 5 pF.

## Zapojení

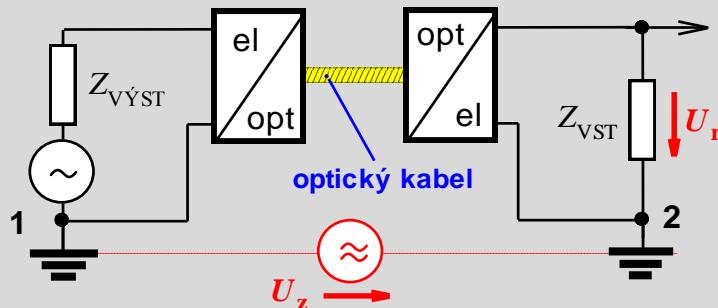
### Optočlen



## Poznámka

Použití zejména při přenosu číslicových užitečných signálů. Rozptylová kapacita **C** má hodnotu až 1 pF, napěťová pevnost 0,5 až 10 kV.

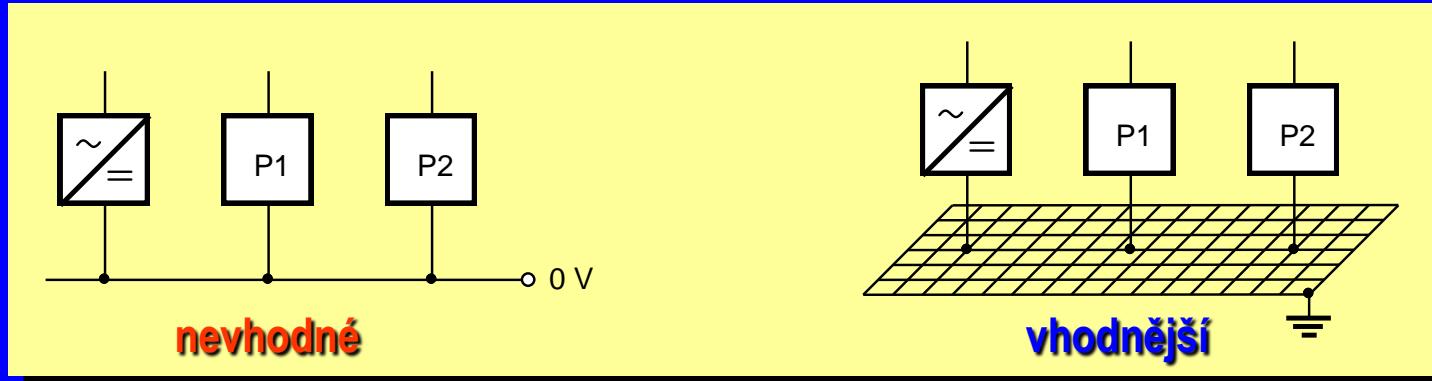
### Optický kabel, optická linka



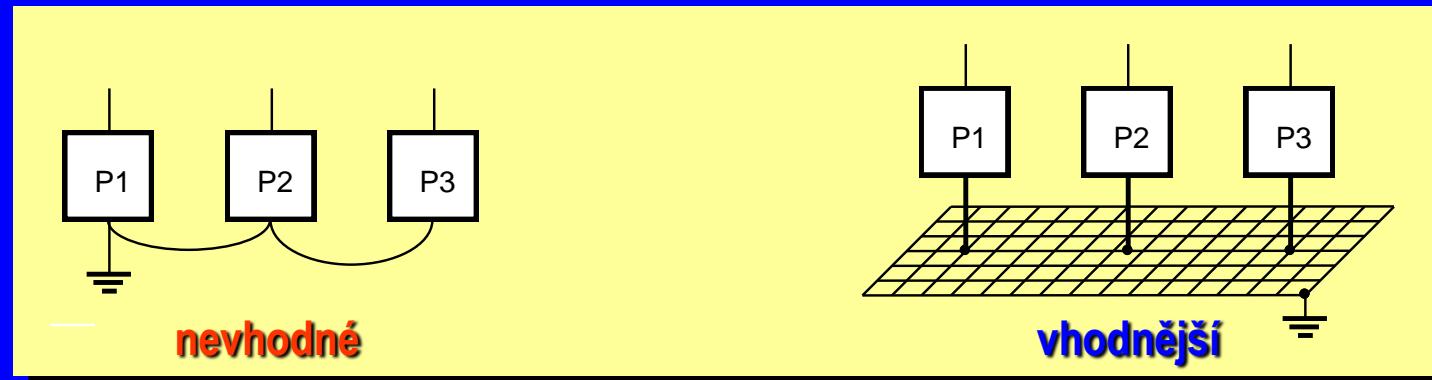
Pro analogové i číslicové signály.  
**Velmi odolné vůči elektromagnetickému rušení.**

## Zásady minimalizace vazeb společnou impedancí

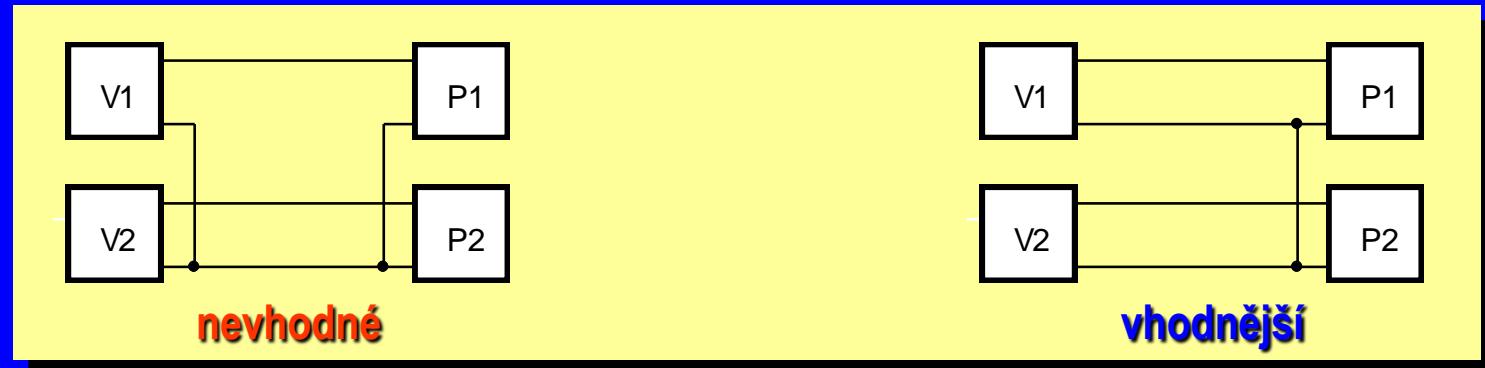
- dostatečně dimenzovat společný zemnicí vodič - zemnicí plochu



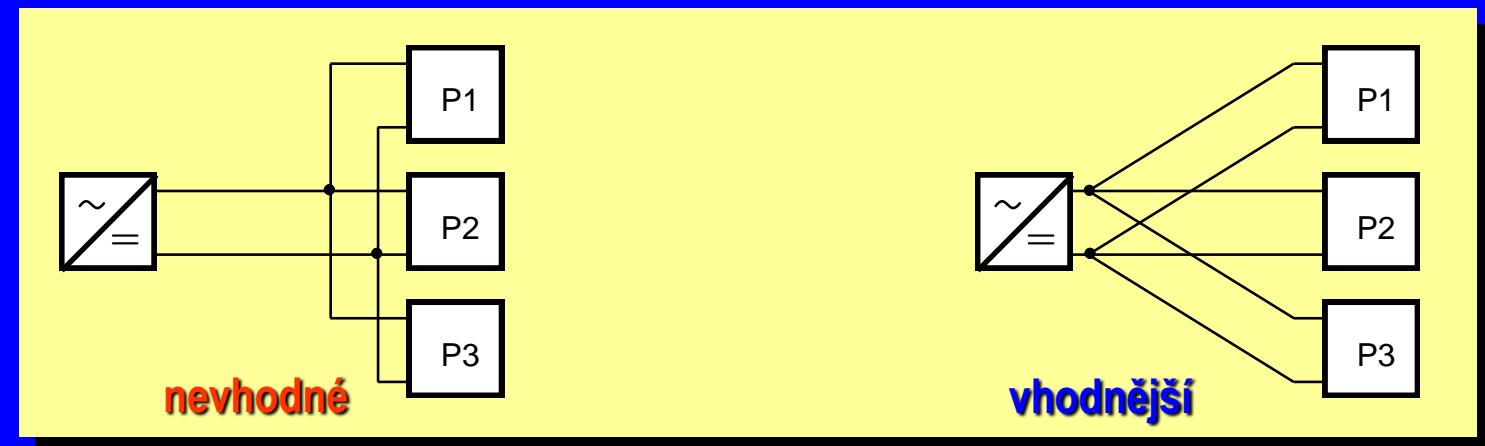
- jednotlivé bloky připojovat k zemnicímu systému přímou cestou masivním vodičem



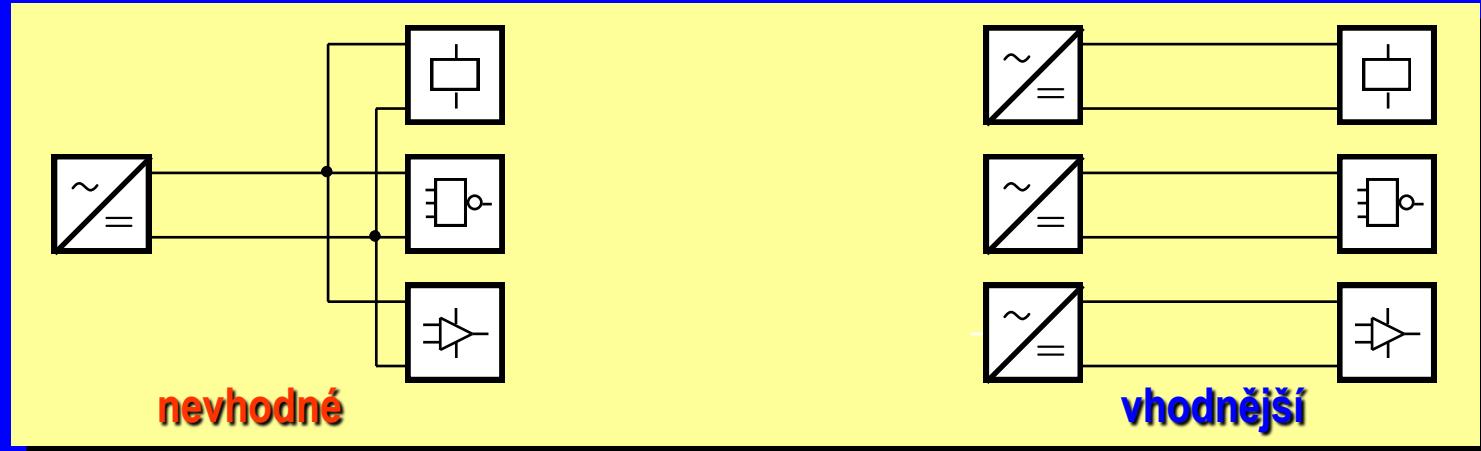
- neslučovat společný vodič signálových vodičů



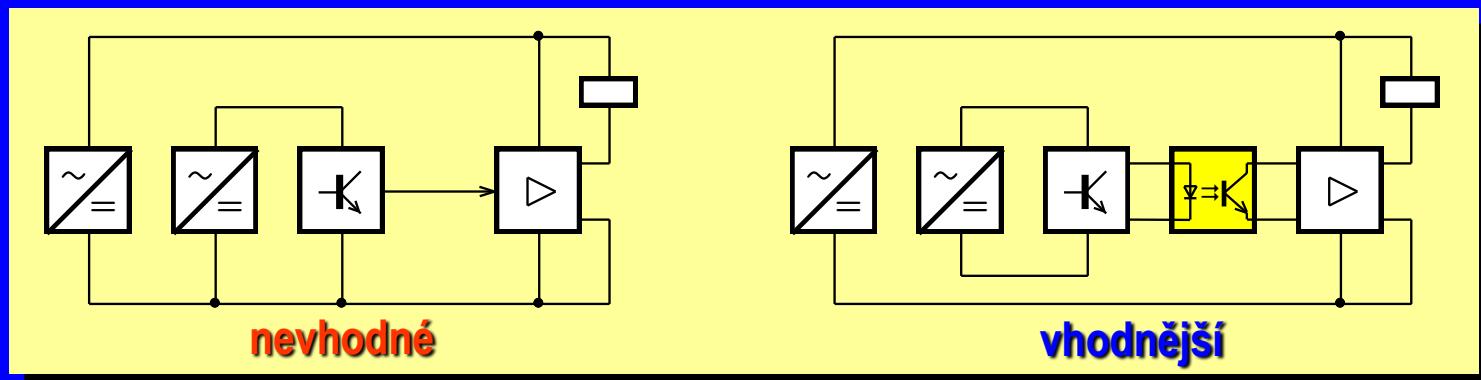
- nevytvářet společné části napájecích přívodů k jednotlivým blokům



- elektronická zařízení různých technologií raději vybavit samostatnými napájecími zdroji

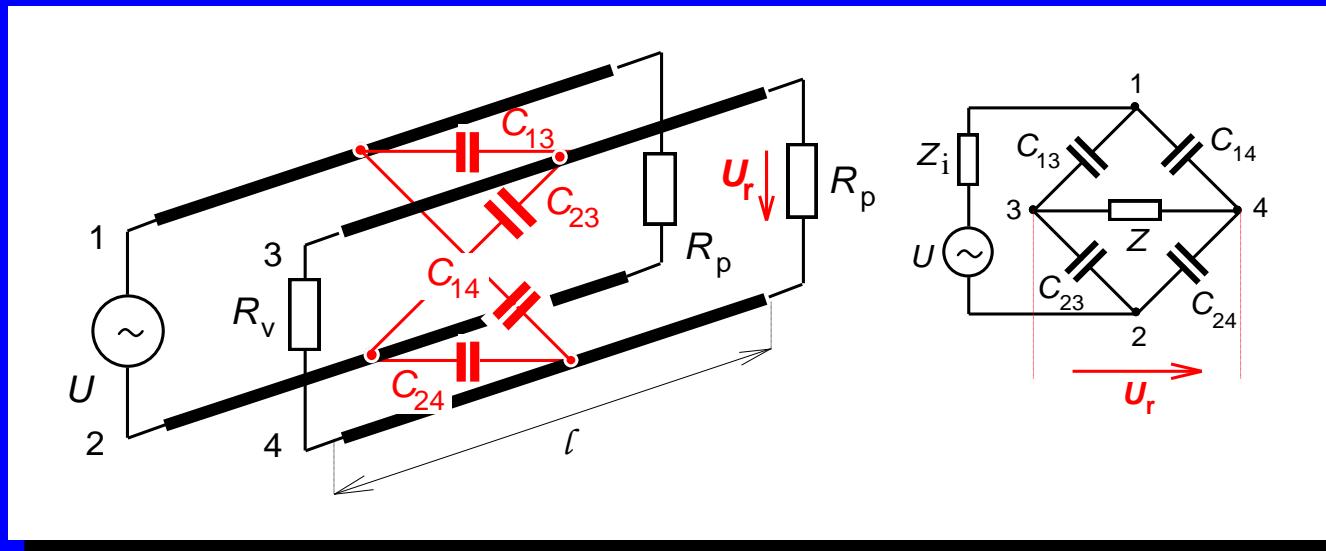


- v možných případech zcela vzájemně galvanicky oddělit např. funkčně související signálové a výkonové obvody jednoho zařízení



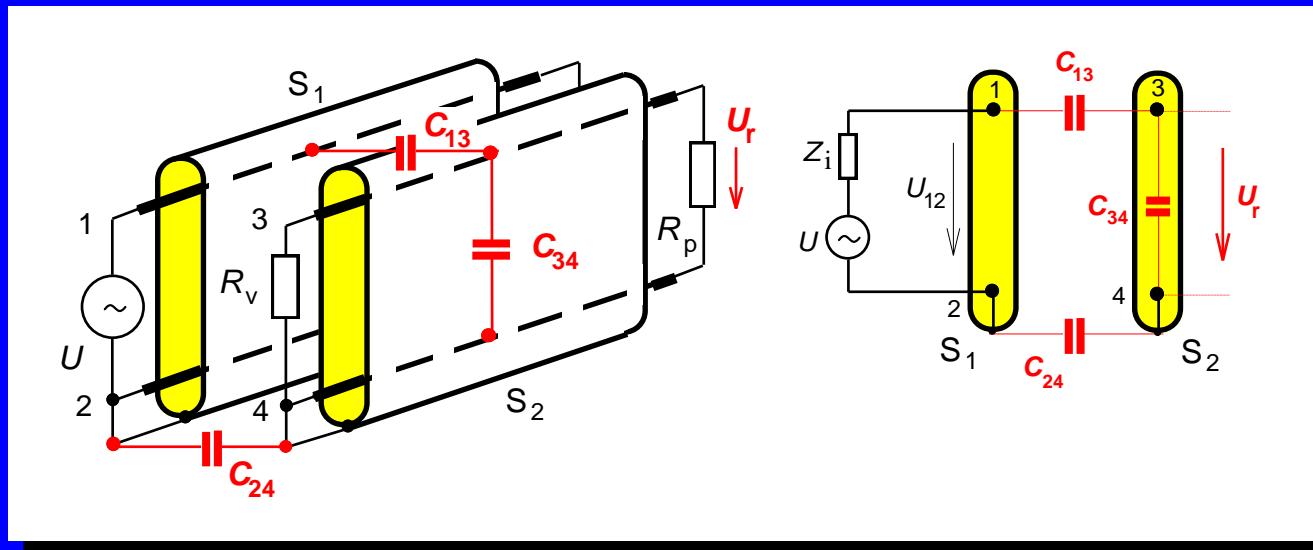
# Parazitní kapacitní vazba

## Kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů



- Vyvážení kapacitního můstku, např.  $C_{13} \approx C_{23}$  a  $C_{14} \approx C_{24}$  → zkroucení obou párů vodičů (vodiče 1 a 2 a rovněž vodiče 3 a 4), příp. aspoň rušeného vedení, tj. vodičů 3 a 4.

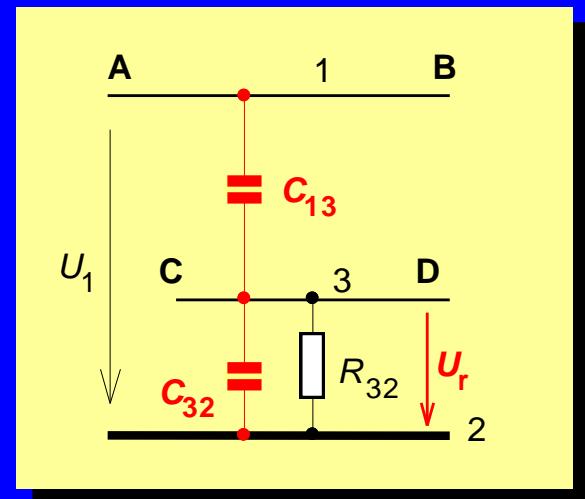
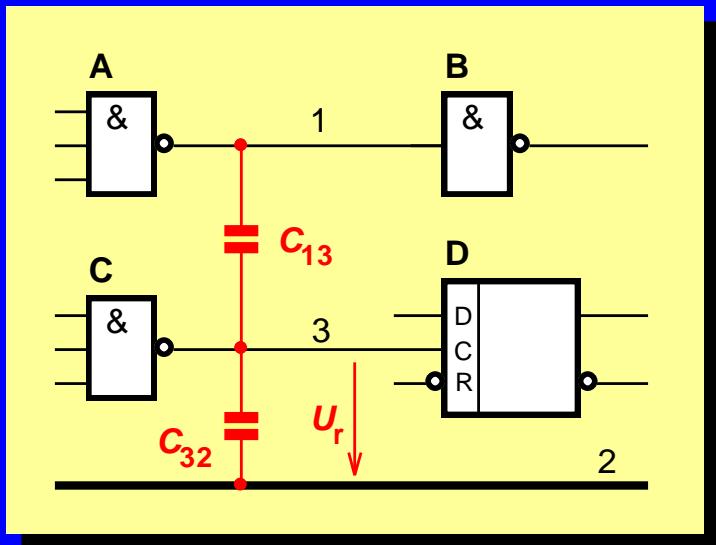
## • Použití oboustranného stínění



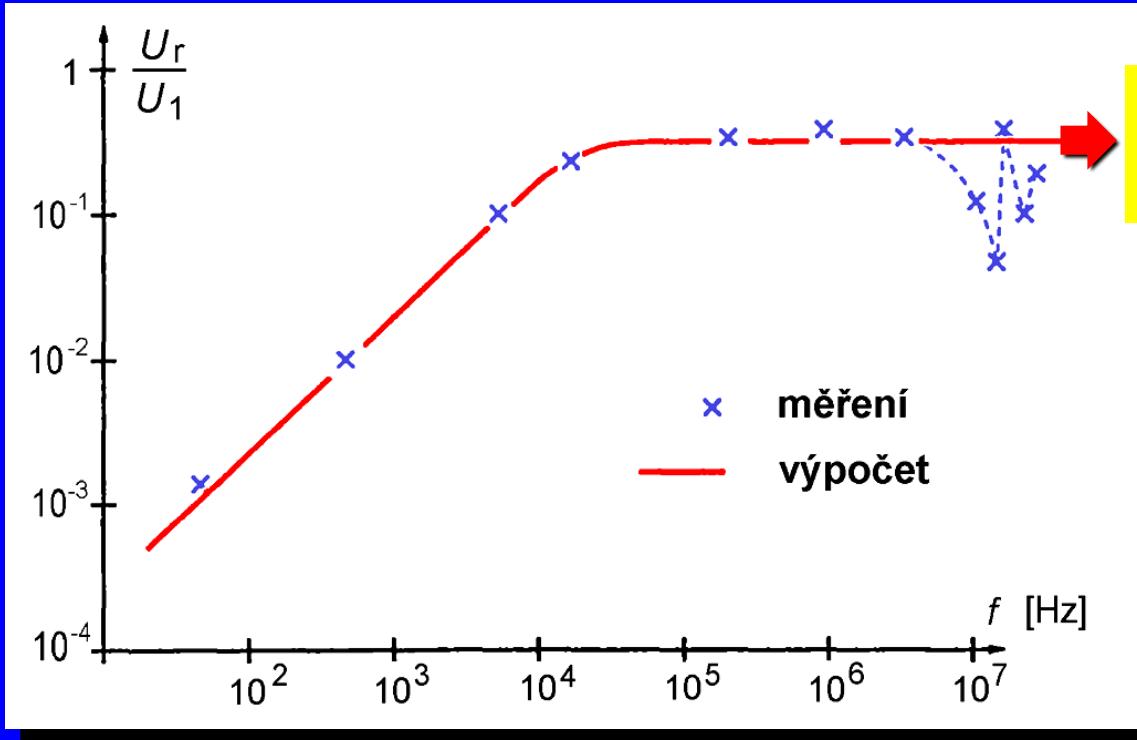
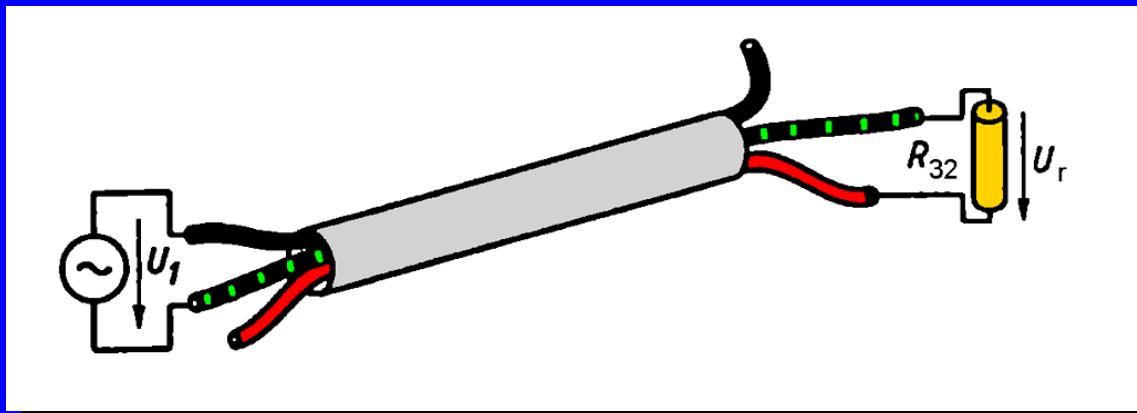
$$U_r = U_{12} \cdot \frac{1}{1 + C_{34}/C_{13} + C_{34}/C_{24}}$$

$$C_{34} \gg C_{13} \quad \text{a} \quad C_{34} \gg C_{24}$$

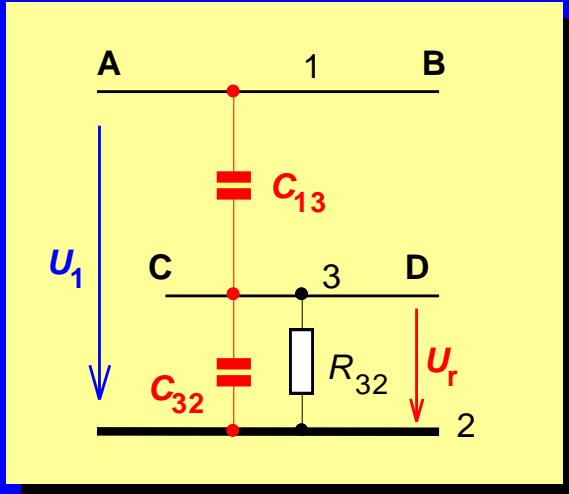
# Kapacitní vazba mezi obvody se společným (vztažným) vodičem



$$U_{r\max} = U_1 \cdot \frac{C_{13}}{C_{13} + C_{32}}$$

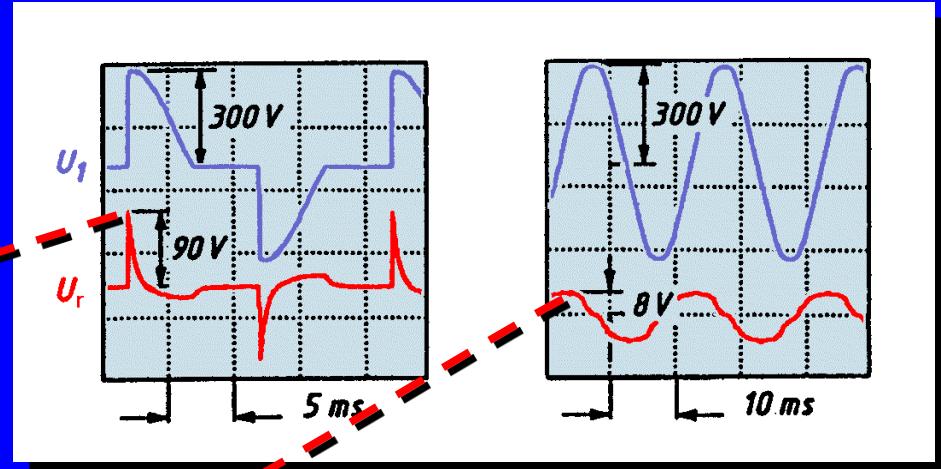


$$U_{r\max} = U_1 \cdot \frac{C_{13}}{C_{13} + C_{32}}$$



→ **derivační článek**

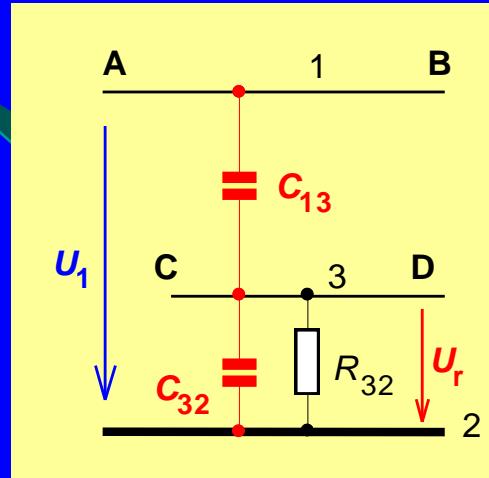
$$U_{r\max} \approx R_{32} \cdot C_{13} \cdot \left( \frac{\Delta u_1}{\Delta t} \right)$$



Casové průběhy rušicího  
a kapacitně přeneseného napětí

# Zásady zmenšení tohoto druhu parazitní kapacitní vazby

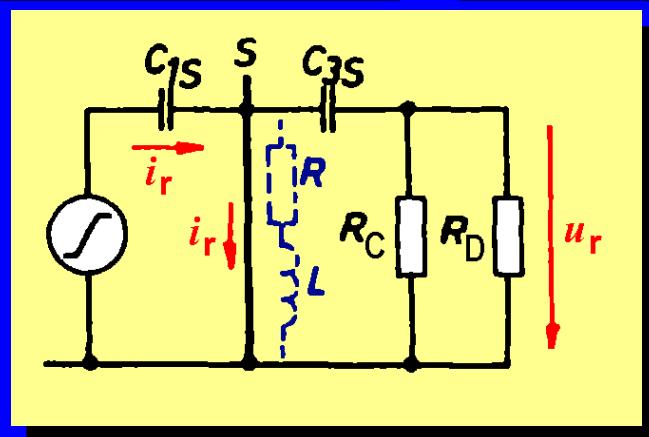
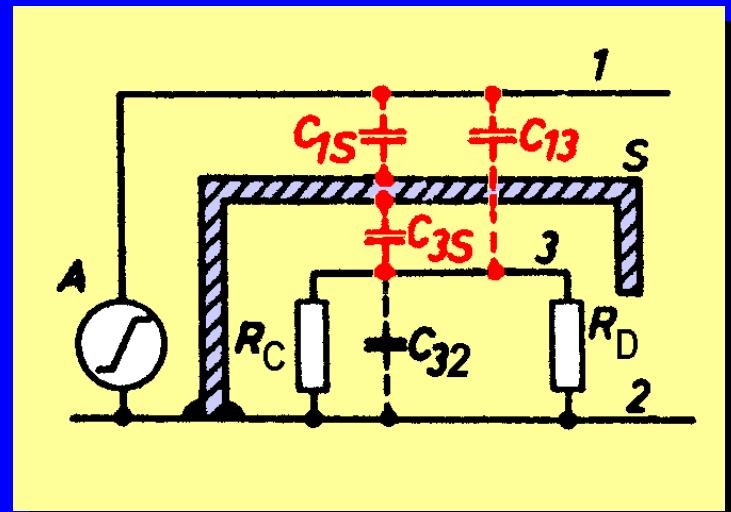
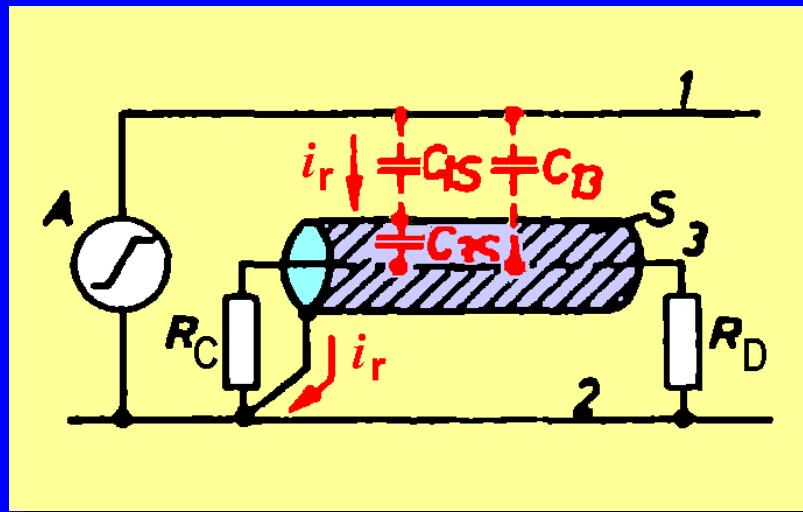
- **Zmenšit parazitní vazební kapacitu**  $C_{13}$  vzdálením obou vodičů 1 a 3, co nejkratší souběžné vedení, příp. zamezení jejich souběžnému vedení, co nejmenší průřezy obou vodičů a co nejmenší hodnota permitivity izolace mezi vodiči, příp. permitivity materiálu desky plošného spoje.
- **Nízkoohmové impedanční poměry** v navázaném (ovlivňovaném) obvodu, tedy hodnotu  $R_{32}$  udržovat **minimální**.



$$U_{r\max} = U_1 \cdot \frac{C_{13}}{C_{13} + C_{32}}$$

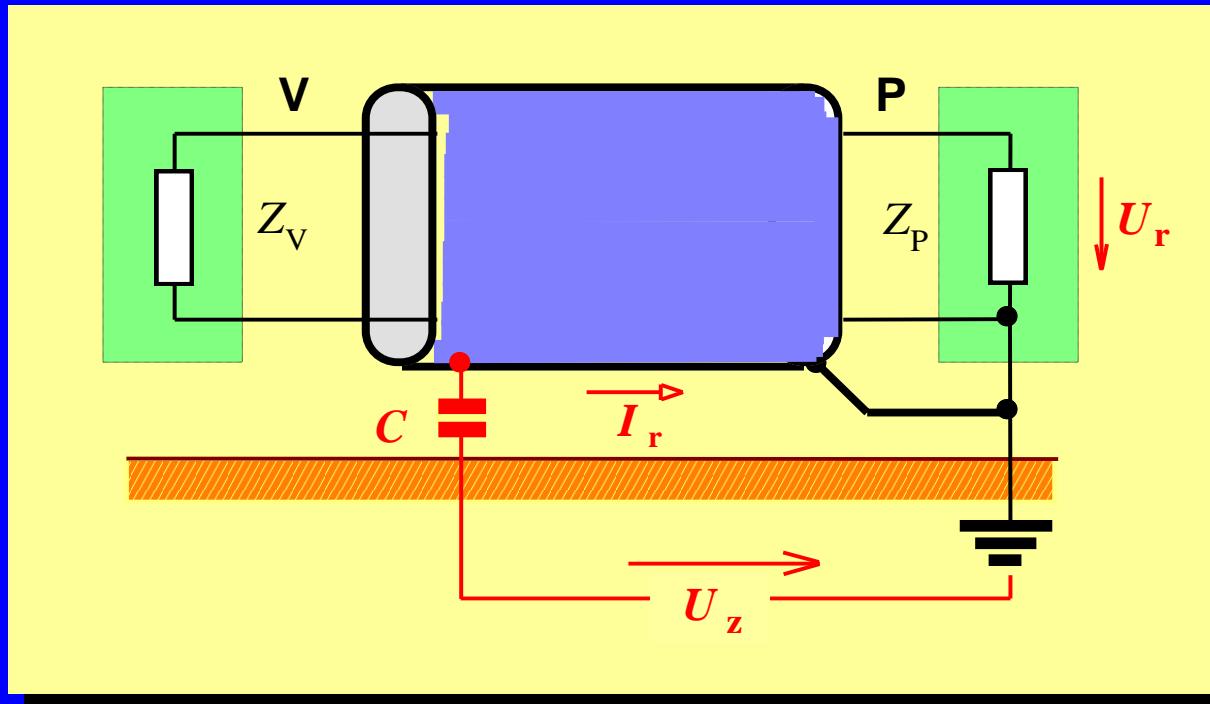
$$U_{r\max} \approx R_{32} \cdot C_{13} \cdot \left( \frac{\Delta u_1}{\Delta t} \right)$$

- **Vzájemně elektricky odstínit** oba ovlivňující se vodiče buď stíněním vodiče 3, nebo zavedením pomocného „stínicího“ spoje s nulovým potenciálem na desce plošného spoje mezi vodiče 1 a 3.



# Kapacitní vazba vůči zemi

vyvolaná velkou kapacitou např. přívodů obvodu vůči společné zemi



# Parazitní induktivní vazba

$$U_r = -\frac{d\Phi}{dt} \approx -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\mu_0 \cdot S \cdot \frac{\Delta H}{\Delta t}$$

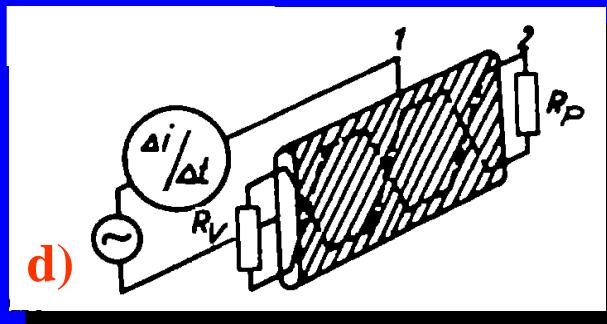
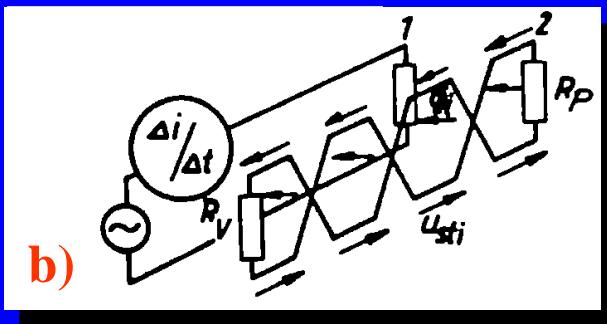
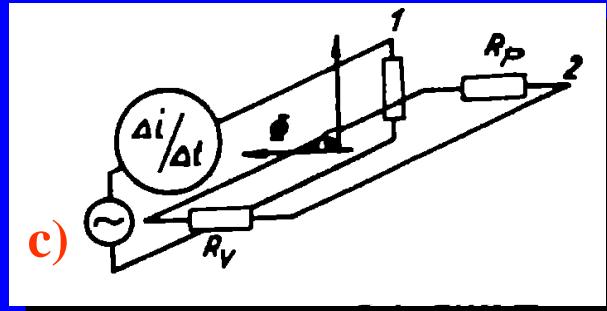
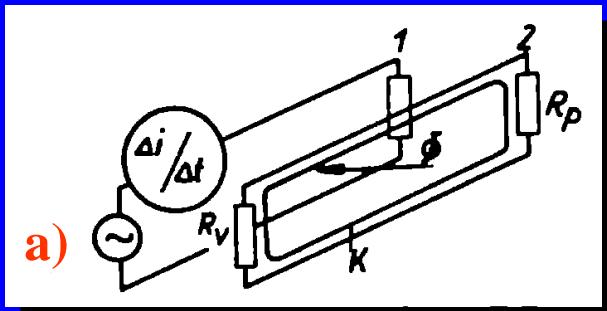
$$H = \frac{I}{2\pi r}$$



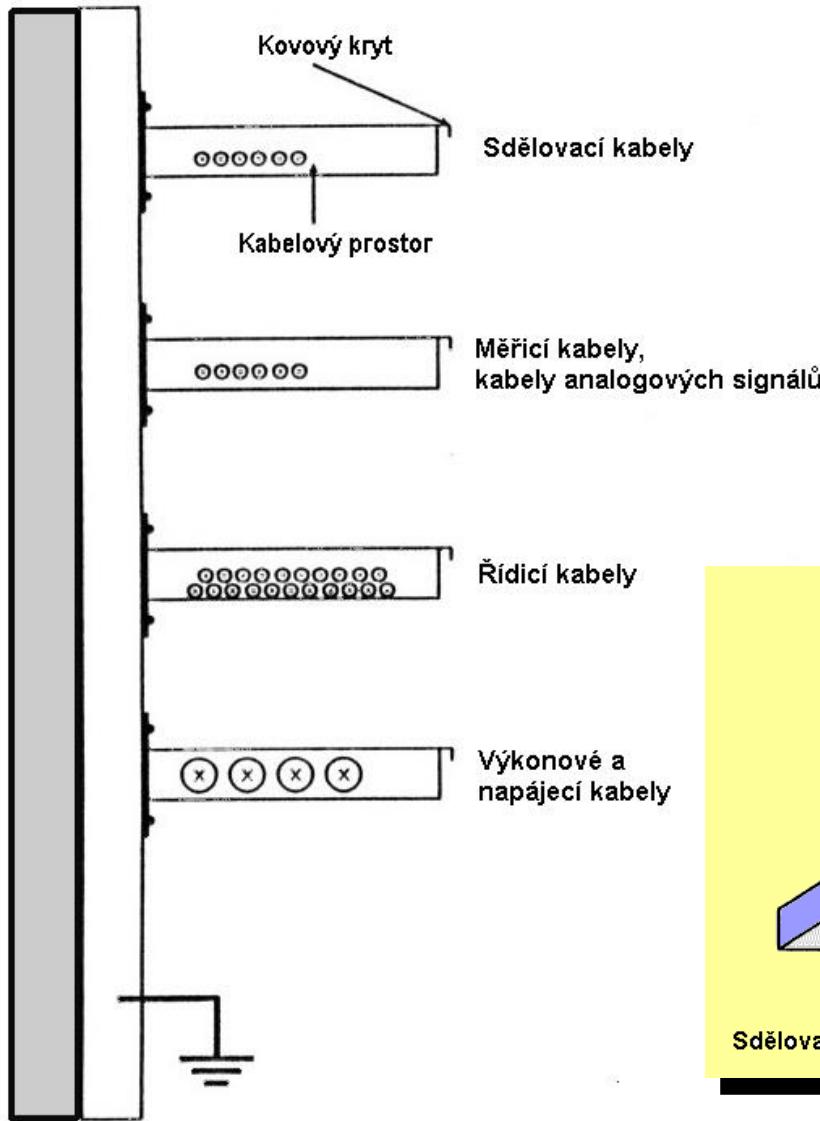
$$U_r \approx -\frac{\mu_0 S}{2\pi r} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

- maximální vzájemná vzdálenost  $r$  obou obvodů;
- minimální velikost proudové smyčky  $S$  rušeného obvodu (obvodu přijímače)  $\Rightarrow$  minimální délka souběžně probíhajících vodičů obou obvodů
- minimální rychlosť časových změn všech proudů (signálů) v obvodu  $\Delta I / \Delta t$ .

# Způsoby omezení induktivní vazby



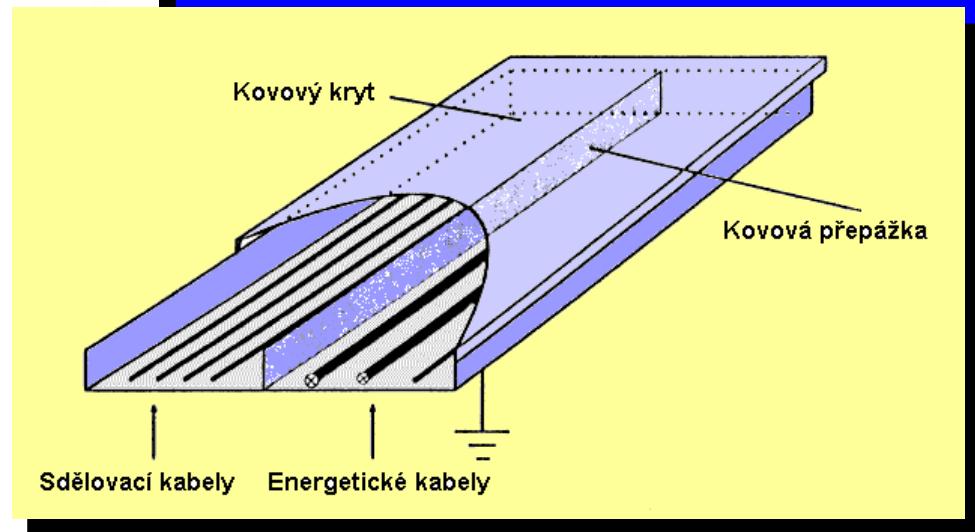
- a) omezení induktivní vazby pomocí závitu K nakrátko;
- b) kompenzace induktivní vazby zkroucením vodičů obvodu přijímače;
- c) minimalizace vazby kolmým natočením vazebních smyček;
- d) minimalizace vazby stíněním obvodu přijímače.



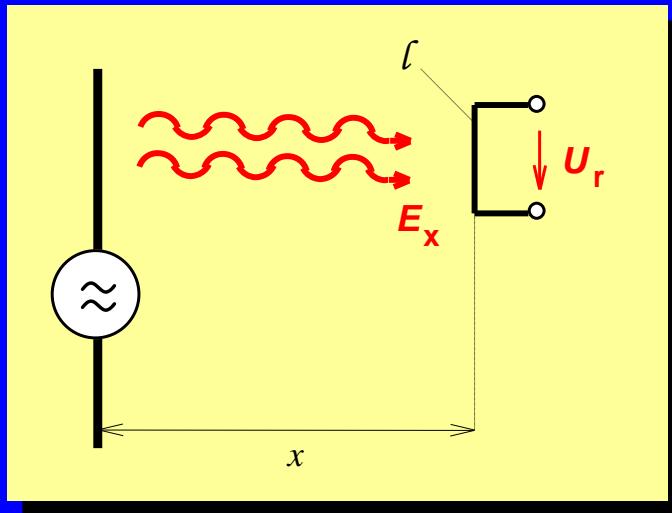
**Omezení parazitních kapacitních a induktivních vazeb mezi souběžnými kably**



**separátní vedení kabelů ve stíněných sekcích**

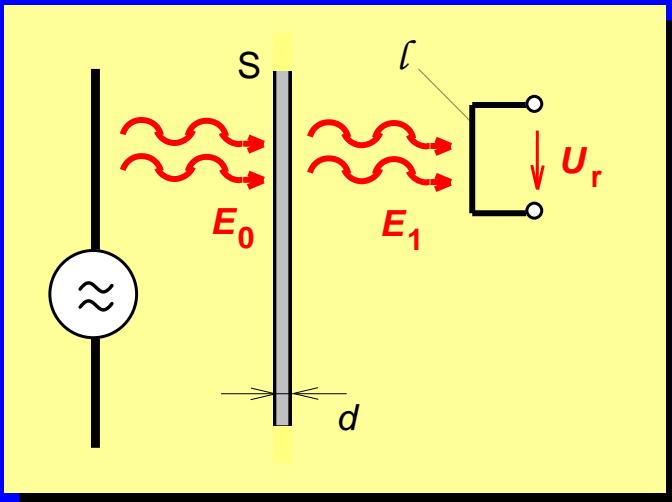


# Parazitní vazba vyzařováním



$$E_x \approx 0,3 \cdot \frac{\sqrt{P}}{x} \quad [\text{V/m ; kW , km}]$$

$$U_r = E_x \cdot l_{\text{ef}}$$



Účinná ochrana



elektromagnetické stínění