

RUŠIVÉ SIGNÁLY A JEJICH ZDROJE

- přírodní (přirozené)
umělé (technické)
-

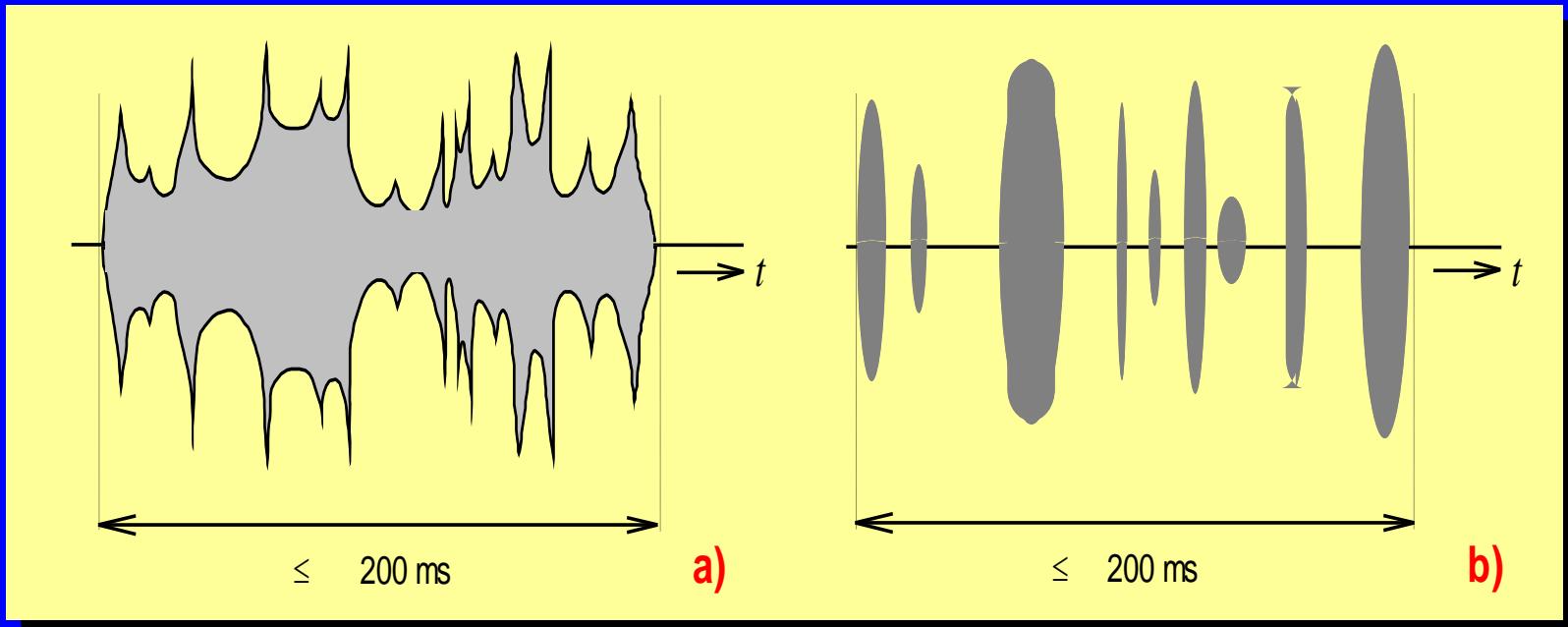
- funkční
nefunkční (parazitní, nežádoucí)
-

- impulzní (mžikové)
spojité
kvazi-impulzní
-

- úzkopásmové
širokopásmové
-

- nízkofrekvenční
vysokofrekvenční (rádiové)

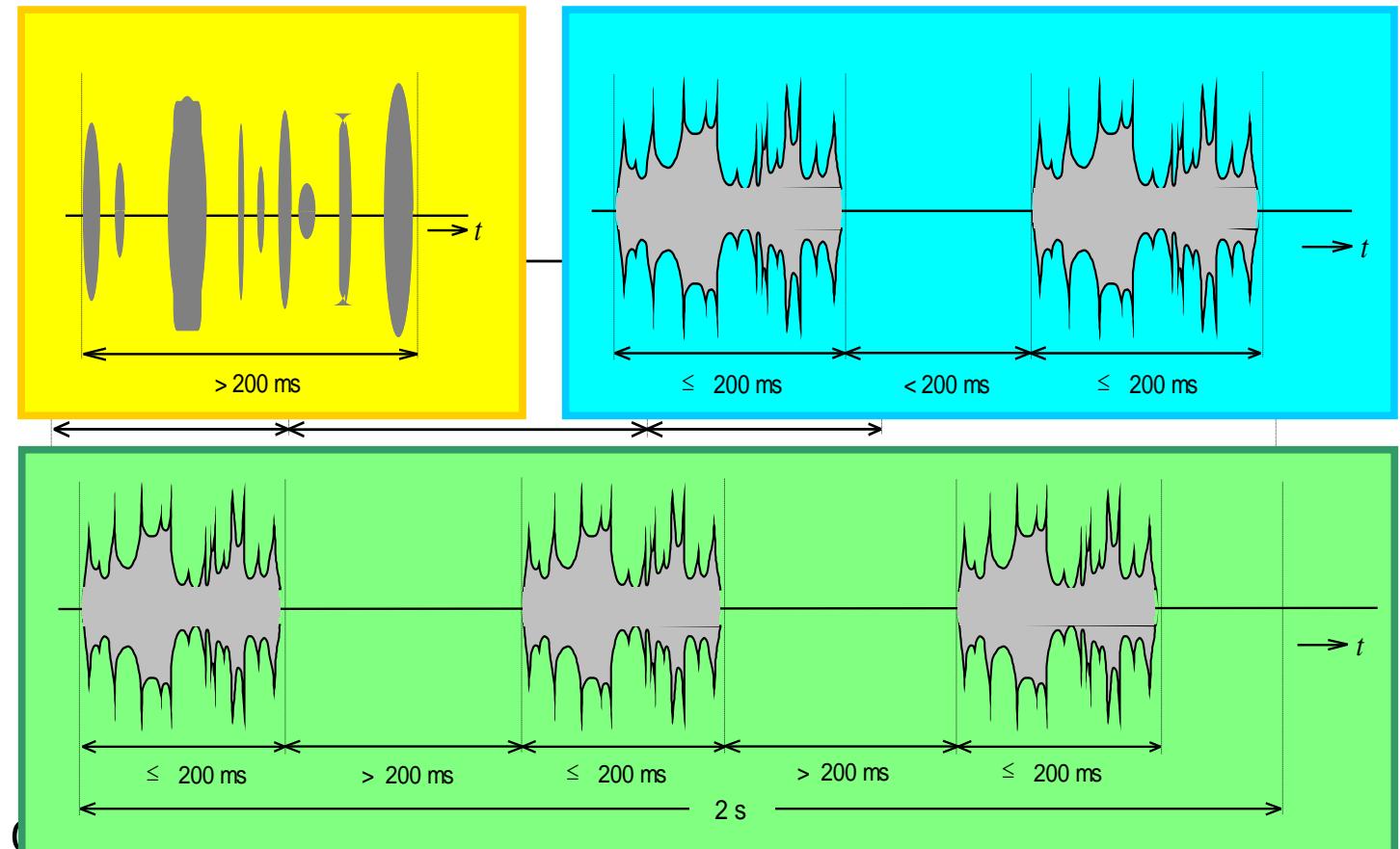
Impulzní (mžikové) a spojité rušení dle ČSN EN 55014 ed. 3



Jednorázová mžiková porucha

- a) jako nepřerušená řada impulzů s dobou trvání kratší než 200 ms
- b) jako seskupení jednotlivých impulzů netrvající déle než 200 ms

Další porucha následuje až po době delší než 200 ms.



Spojité rušení:

jedna mžiková porucha delší než 200 ms ,
 dvě mžikové poruchy ve vzájemném odstupu menším než 200 ms ,
 více než dvě mžikové poruchy v intervalu 2 s .

Úzkopásmové a širokopásmové rušení

- **Úzkopásmové rušení** je produkováno zejména „užitečnými“ signály rozhlasových a televizních vysílačů.
- **Širokopásmové rušení** produkuje většina průmyslových rušivých signálů (spojitých, impulzních či kvazi-impulzních). Rovněž všechna přírodní rušení jsou svou podstatou širokopásmová.

Zdroj rušivých signálů	Kmitočtové pásmo	Způsob šíření
zářivka	$0,1 \text{ Hz} \div 3 \text{ MHz}$ $100 \text{ Hz} \div 3 \text{ MHz}$	po vedení prostorem
rtuťová výbojka	$0,1 \text{ Hz} \div 1 \text{ MHz}$	po vedení
kolektorové motory	$2 \text{ Hz} \div 4 \text{ MHz}$ $10 \text{ Hz} \div 400 \text{ kHz}$	po vedení prostorem
síťové vypínače	$0,5 \text{ Hz} \div 25 \text{ MHz}$	po vedení
výkonové spínače	$10 \text{ Hz} \div 20 \text{ MHz}$ $0,1 \text{ Hz} \div 20 \text{ MHz}$	po vedení prostorem
spínané síťové zdroje	$0,1 \text{ Hz} \div 30 \text{ MHz}$ $0,1 \text{ Hz} \div 30 \text{ MHz}$	po vedení prostorem
koronový výboj	$0,1 \text{ Hz} \div 10 \text{ MHz}$	po vedení
klopné obvody	$15 \text{ kHz} \div 1000 \text{ MHz}$	prostorem

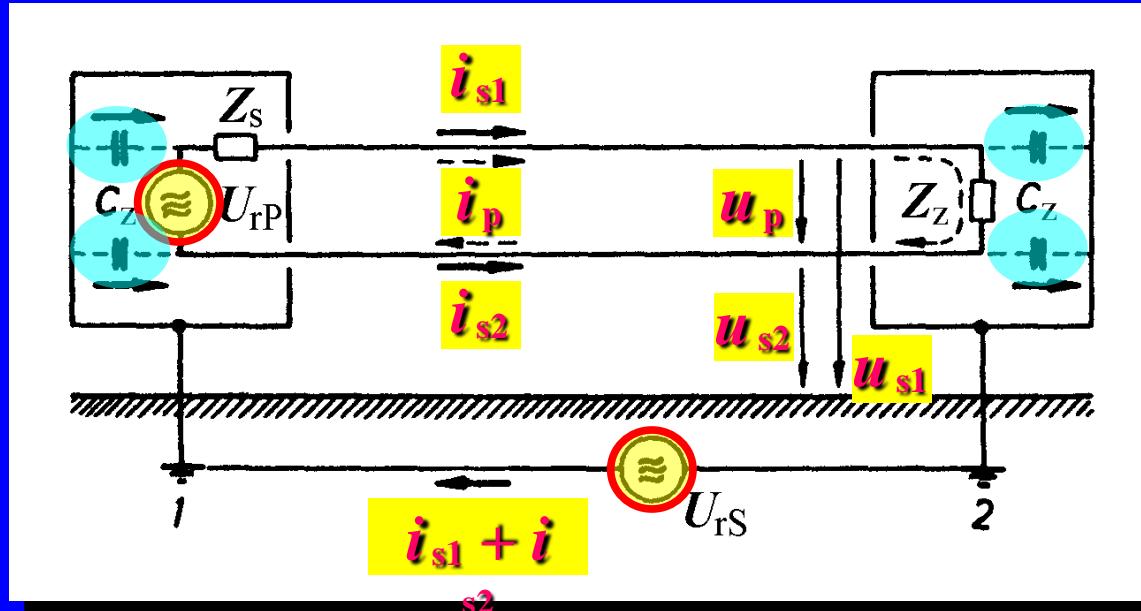
Nízkofrekvenční a vysokofrekvenční rušení

- **Nízkofrekvenční rušení** ➔ energetické (do 2 kHz); deformace napájecího napětí energetických sítí.
➔ akustické (do 10 kHz); ruší přenosové a komunikační systémy.
- **Vysokofrekvenční (rádiové) rušení** od 10 kHz do 400 GHz; zahrnuje prakticky všechny existující interferenční zdroje.

Klasifikace rušení podle způsobu šíření

- rušení šířené vedením (napájecím, signálovým, datovým atd.)
- rušení šířené vyzařováním (prostorem).

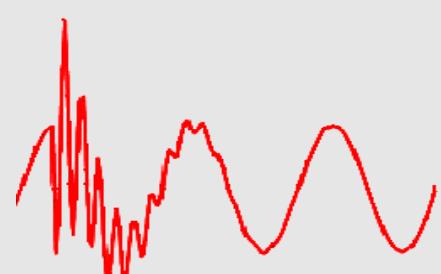
Klasifikace rušivých signálů na vedení

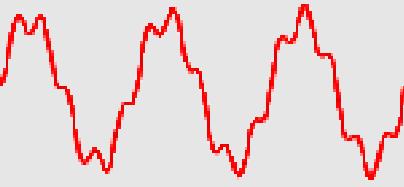
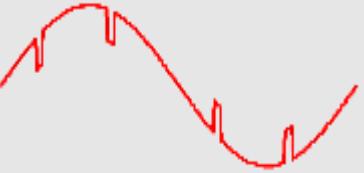
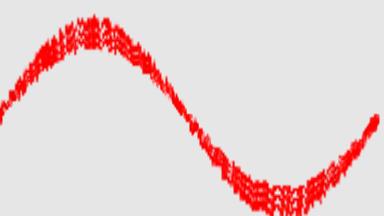


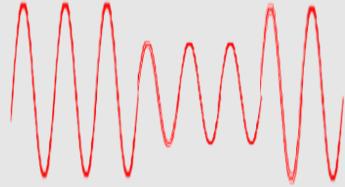
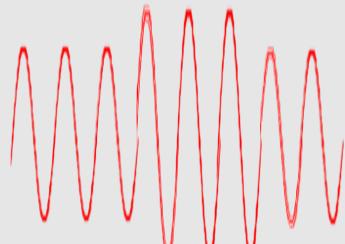
Soufázové rušivé signály — proudy i_{s1}, i_p, i_{s2} a napětí u_p, u_{s1}, u_{s2} (**nésymetrická rušivá napětí, common mode voltages**) se projevují mezi jednotlivými vodiči (než mezi jednotlivými vodiči a společnou zemí (společným zemním vodičem)). Průtoky i_{s1} (a i_{s2}) mají v jednotlivých vodičích vedení stejný směr a souzávrať se, přes společnou zemní vodič souběžně s tím, že kapacitní proud i_p je opačného směru. Vlivem nešymetrie systému je část soufázového rušivého napětí u_s na u_{s1} a u_{s2} využita k mítěním na impedanci Z_z .

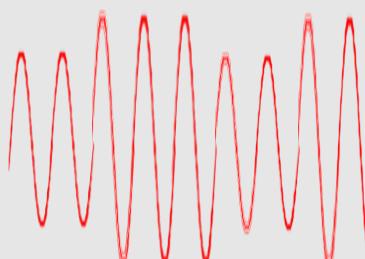
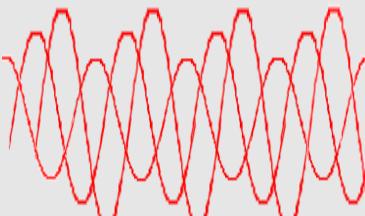
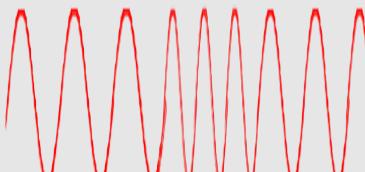
Průmyslová rušení

• Rušivá napětí v energetické napájecí síti

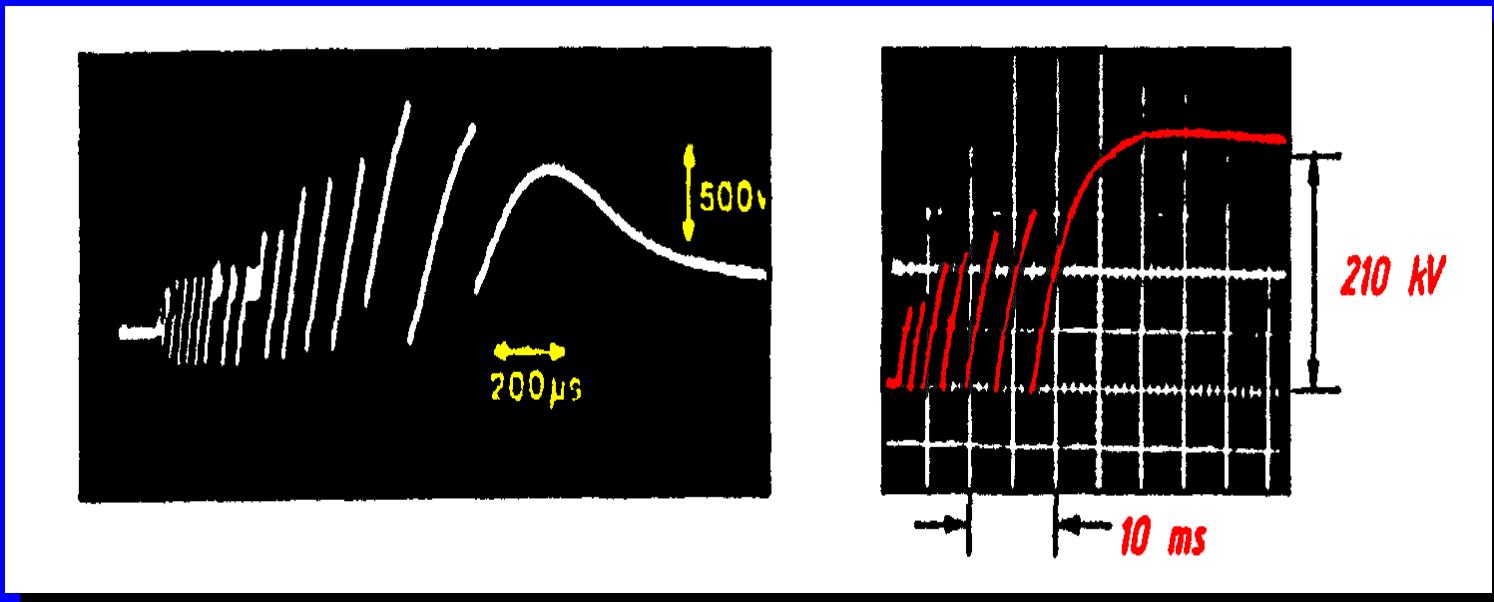
Druh rušení	Časový průběh napájecího napětí	Možné příčiny vzniku	Možné důsledky
1 Impulzní		<ul style="list-style-type: none">atmosférický výbojelektrostatický výbojspínání zátěžespínání kondenzátorů	<ul style="list-style-type: none">ztráta datmožná poškozenívýpadky systémů
2 Oscilační		<ul style="list-style-type: none">spinání induktivní či kapacitní zátěžepřepínání vedení či kabelůspinání kondenzátorůferorezonance	<ul style="list-style-type: none">ztráta datmožná poškozenínamáhání izolací

Druh rušení	Časový průběh napájecího napětí	Možné příčiny vzniku	Možné důsledky
3 Harmonické a meziharmonické složky		<ul style="list-style-type: none"> ● nelineární zátěže ● systémové rezonance ● frekvenční měniče ● poškozené zařízení ● oblouková technika 	<ul style="list-style-type: none"> ● přehřívání transformátorů, motorů, kabelů ● výpadky systémů ● blikání světel ● komunikační interference
4 Periodické pulzní rušení		<ul style="list-style-type: none"> ● řízené pohony ● obloukové pece ● fázové regulátory ● spínané zdroje 	<ul style="list-style-type: none"> ● ztráta dat ● výpadky systémů
5 Šum		<ul style="list-style-type: none"> ● poškozené zařízení ● nekvalitní uzemnění ● blízkost vf. zdroje ● impulzní usměrňovače 	<ul style="list-style-type: none"> ● ztráta dat ● výpadky systémů

Druh rušení	Časový průběh napájecího napětí	Možné příčiny vzniku	Možné důsledky
6 Přerušení napájecího napětí		<ul style="list-style-type: none"> obecné poruchy selhání komponent systémové ochrany vypínače, pojistky 	<ul style="list-style-type: none"> vypnutí systémů možná poškození
7 Pokles napájecího napětí		<ul style="list-style-type: none"> připojování zátěží start motoru systémové poruchy zkraty v sítí 	<ul style="list-style-type: none"> výpadky systémů ztráta dat
8 Zvýšení napětí, přepětí		<ul style="list-style-type: none"> změny zatížení poruchy v systému 	<ul style="list-style-type: none"> nežádoucí přepínání zkracování živostnosti poškození zařízení

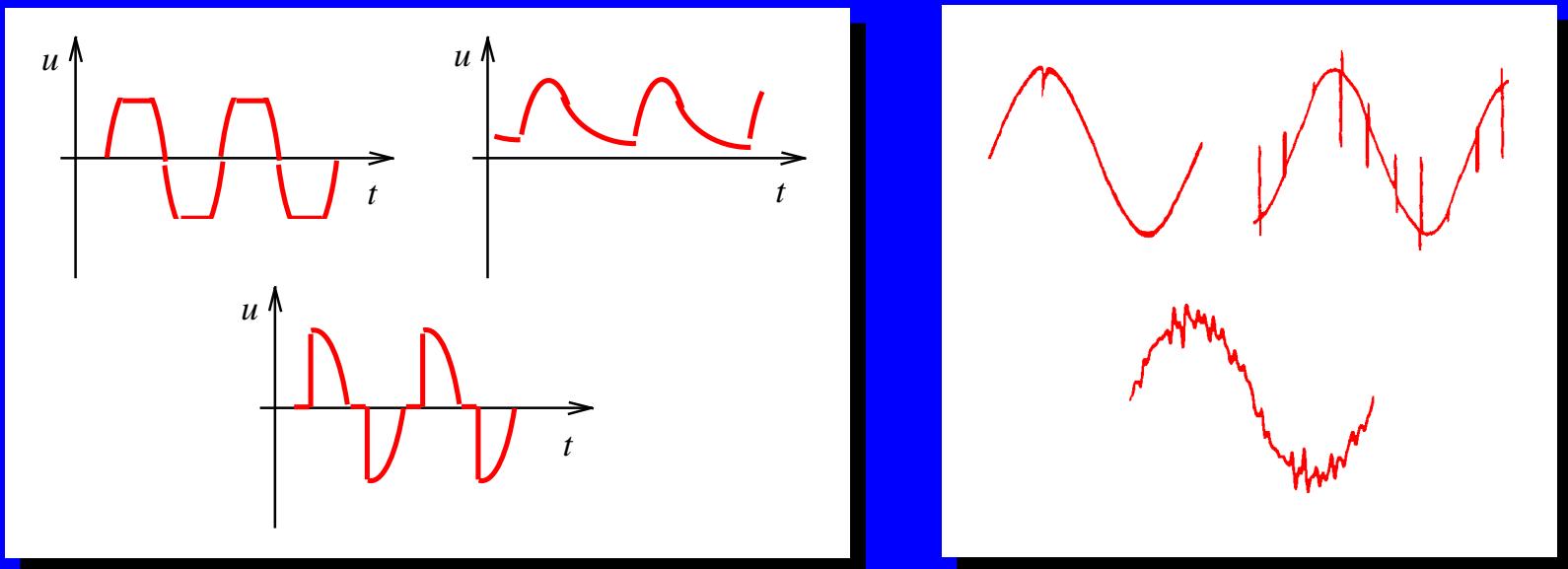
Druh rušení	Časový průběh napájecího napětí	Možné příčiny vzniku	Možné důsledky
9 Kolísání napájecího napětí		<ul style="list-style-type: none"> • proměnná zátěž • zapínání-vypínání zátěže • obloukové pece 	<ul style="list-style-type: none"> • blikání světel • elektromechanické kmity zařízení
10 Nesymetrie trojfázového napětí		<ul style="list-style-type: none"> • nesymetrická zátěž 	<ul style="list-style-type: none"> • zahřívání motorů • narušení funkce trojfázových měničů
11 Změny kmitočtu napájecího napětí		<ul style="list-style-type: none"> • nevyváženosť výkonu • chybně regulovaný generátor 	<ul style="list-style-type: none"> • selhání zařízení synchronizovaných frekvencí

- **Vysokofrekvenční oscilace** při spínacích a rozpínacích procesech mechanických spínačů, stykačů, kontaktů a relé
→ přechodový jev pilovitého průběhu - **burst**



Oscilogramy rušivých napětí vznikajících na rozpojovaných kontaktech nízkonapěťového relé a vysokonapěťového spínače

- **Rušení z diodových a tyristorových usměrňovačů, měničů**
 - ➔ jsou opakovaně spínány velké proudy, takže vznikají rušivá napětí v podobě opakujících se impulzů, které značně deformují průběh napájecího napětí; **rušení až do desítek MHz.**



Deformace síťového napětí vlivem diodového a tyristorového omezovače, usměrňovače či regulátoru

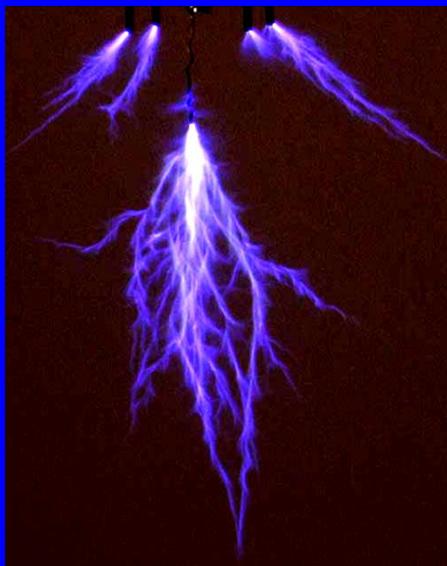
- **Rušení ze spínaných napájecích zdrojů**

Spínaný zdroj je napájecí zdroj řízený impulzy, které přerušovaně spínají usměrněné a vyfiltrované síťové napětí. Síťové napětí 50 Hz se transformuje na požadované ss. napětí pomocí pomocného napětí s kmitočtem až stovek kHz. Tento vysoký kmitočet umožnuje použít menší transformátor a menší filtry na výstupu zdroje. Velikost výstupního napětí se reguluje pomocí šířkové modulace spínacích impulzů.

Protože spínací impulzy jsou strmé, vzniká velké množství harmonických a dochází k silnému vyzařování rušivých signálů. Velikost vyzařování závisí i na velikosti odběru z napájecího zdroje. Aby nedocházelo k rušivému ovlivňování vnější napájecí elektrické sítě je nutno vybavit zdroj účinnými filtry EMI.

- Rušení od vnějších energetických vedení VN a VVN

Koronový výboj se vytváří v silném a silně nehomogenním elektrickém poli v okolí hrotů, ostrých hran a vodičů velmi vysokého napětí VVN (≥ 110 kV). Velikost výbojů roste za vlhka (intenzivní sršení a praskot pod vedením VVN), není však příliš velká. Pro koronu jsou typické krátkodobě svítící rozvětvené kanálky. Zápalné napětí korony závisí na špičatosti ostří.



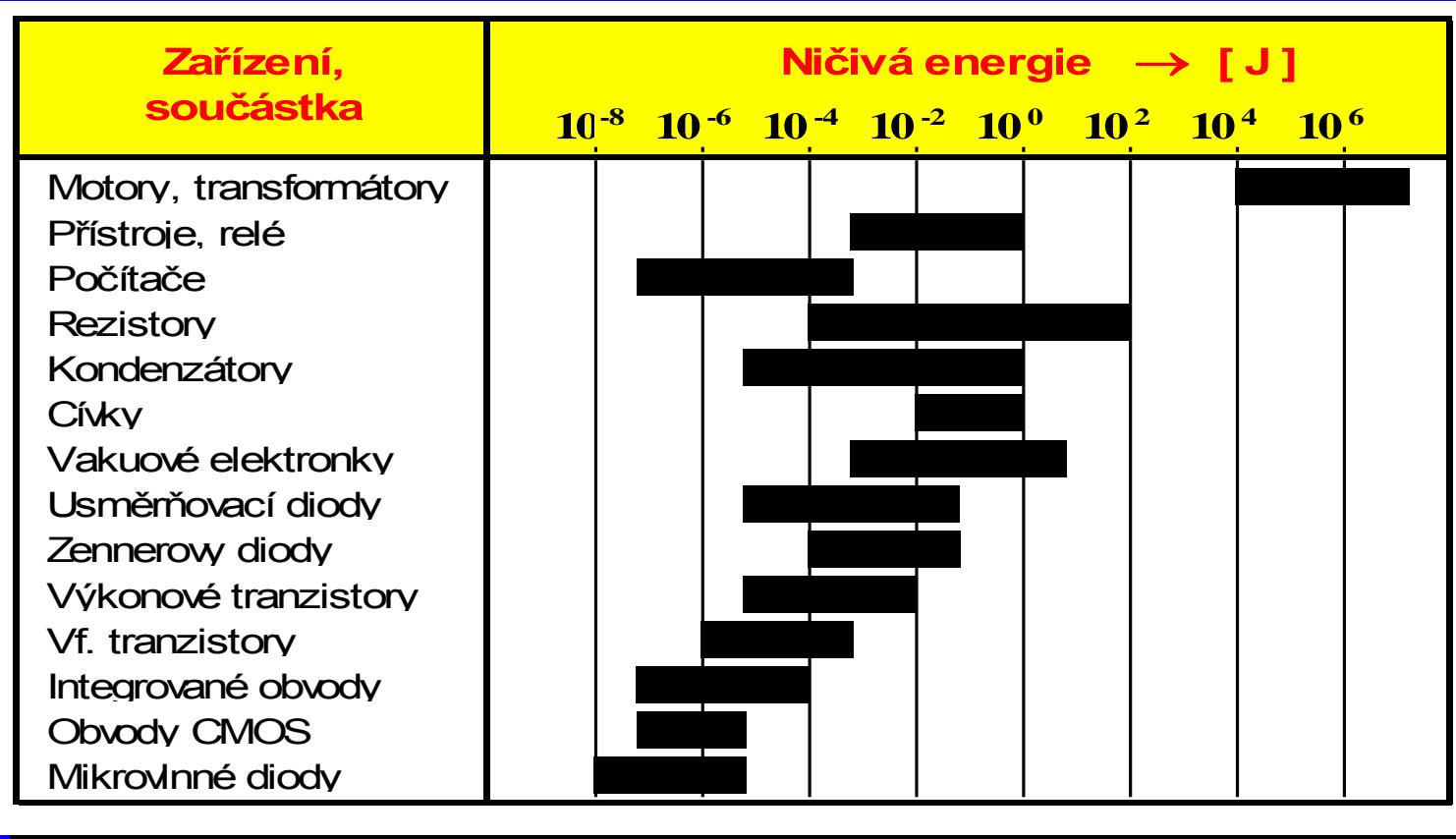
Korona je neodstranitelnou vlastností vedení VVN. Korona ruší rádiový provoz hlavně na dlouhých a středních vlnách. Krátké vlny již ovlivňuje málo a velmi krátké vlny vůbec ne.

Kapacitní výboje vznikají na nedokonalém spojení kovových předmětů u vedení vysokého napětí 22 kV a 35 kV. Takovými místy jsou především kovové kloubové spoje závěsných izolátorů, u nichž se v důsledku koroze vytvoří izolační vrstvička a dielektricky se oddělí kovové části kloubového spoje. Po překročení dielektrické pevnosti této vrstvičky či při jejím mechanickém narušení (při kývání izolátoru ve větru) dochází k jiskrovému výboji. Vznikající rušení sahá až k 1 GHz, za sucha je větší, za vlhka někdy zcela mizí.



Kapacitní výboje signalizují závady na vedení, dokonalé odrušení vyžaduje rozsáhlé a nákladné úpravy. Rušení lze odstranit pouze užitím jiné konstrukce izolátorů bez závěsného kloubu.

Napěťové (energetické) přepětí



Rozmezí ničivé energie pro různé součástky a zařízení

Zdroje napěťového přepětí

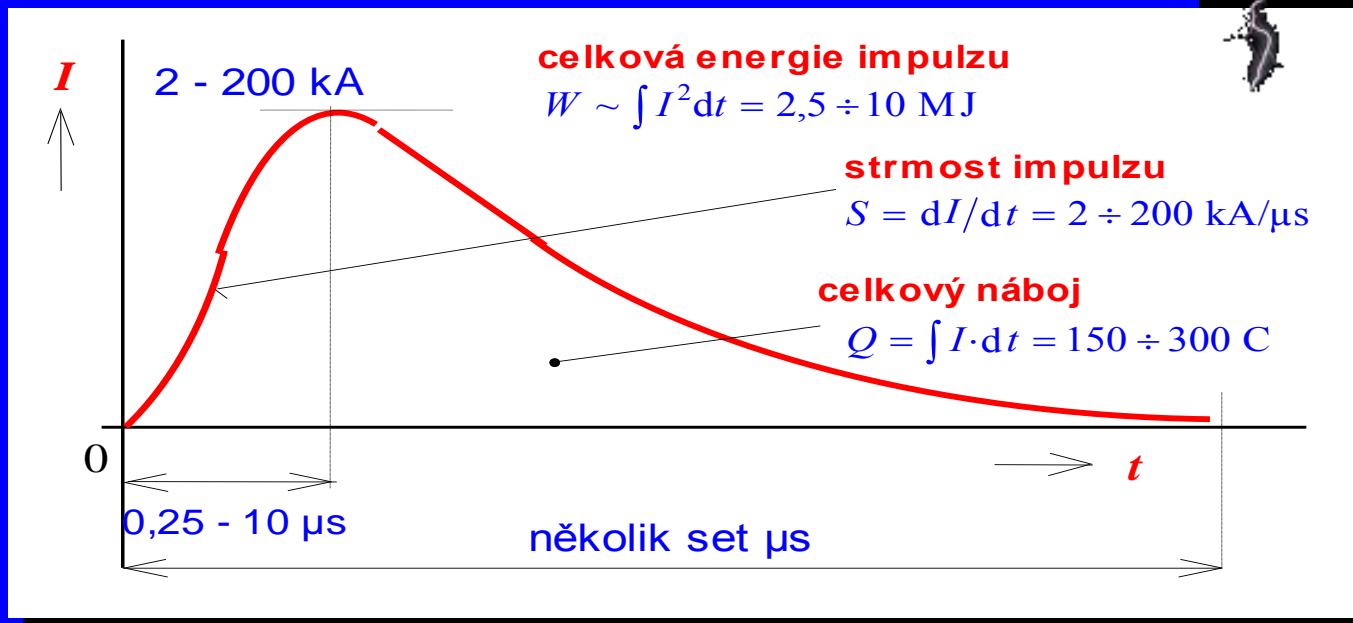
přírodní

uměle vytvořené

- Atmosférický výboj blesku (Lightning ElectroMagnetic Pulse – LEMP)
 - Lokální elektrostatické výboje (ElectroStatic Discharge – ESD)
-
- Spínací a rozpínací zařízení (vznik elektrického oblouku)
 - Lokální elektrostatické výboje (ESD)

Atmosférický výboj - blesk (LEMP)

- ➡ rušivý účinek až do vzdálenosti cca 4 km
- ➡ velikost proudového impulzu blesku až 200 kA
- ➡ spektrální rušení až do kmitočtu cca 100 MHz

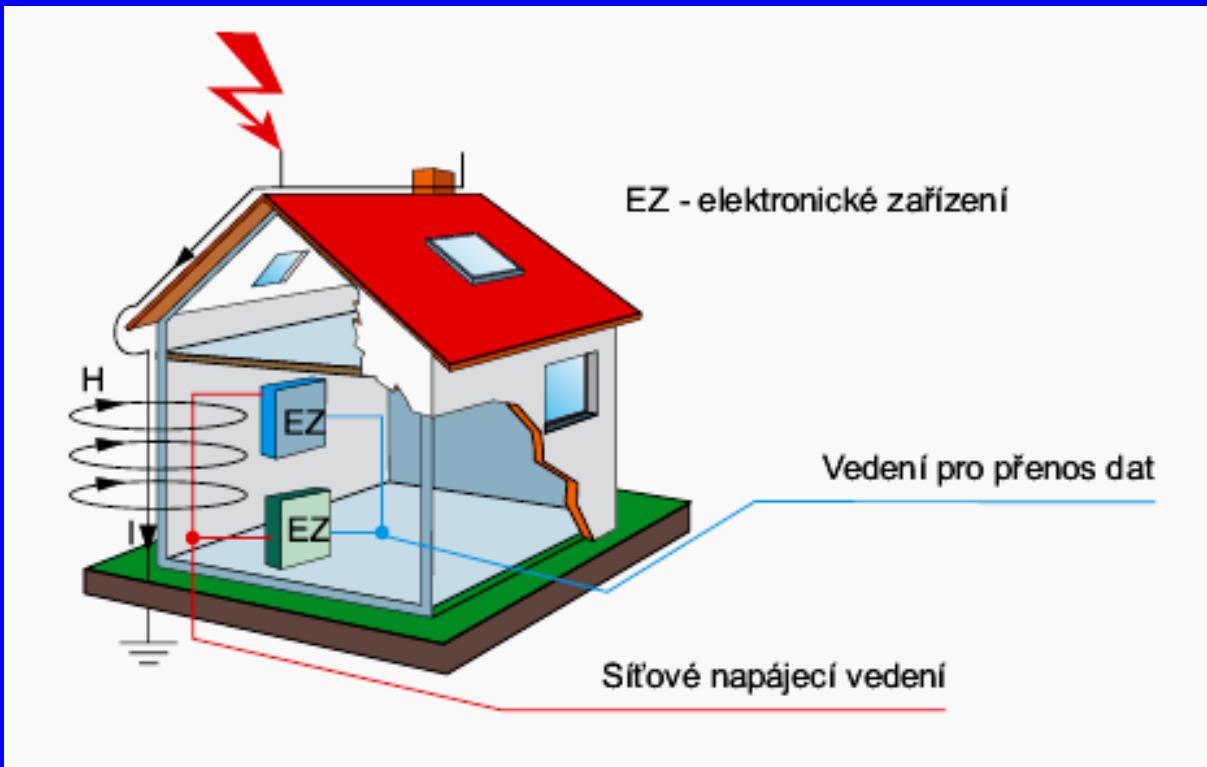


Proudový impulz při úderu blesku a jeho základní parametry

Účinek blesku

přímý účinek (úder)

nepřímý účinek

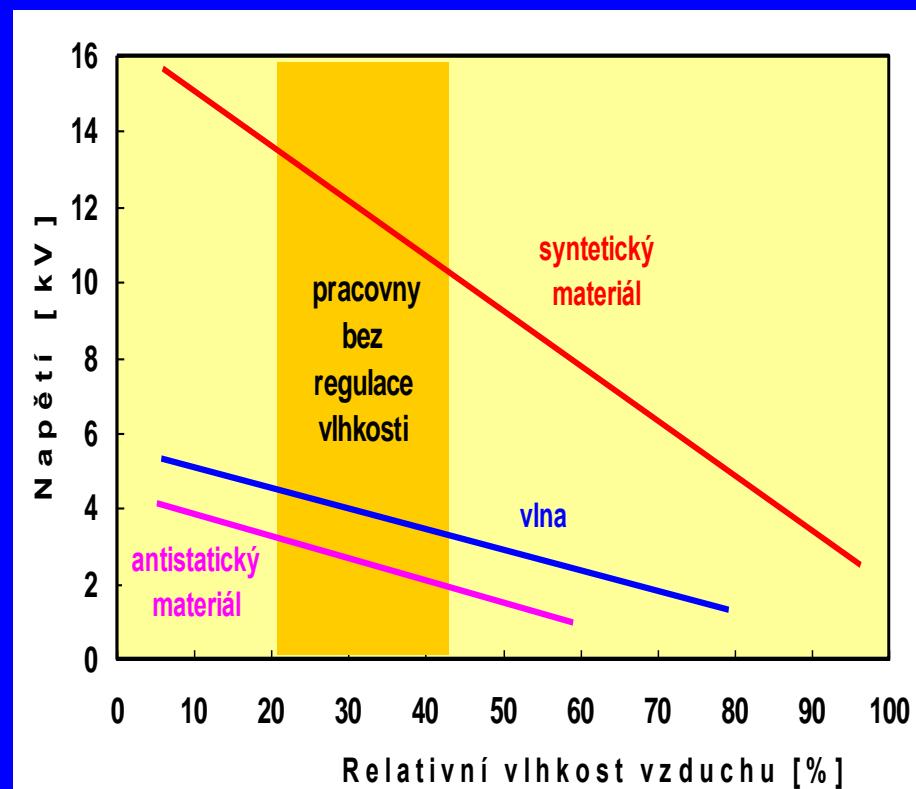


Lokální elektrostatické výboje (ESD)

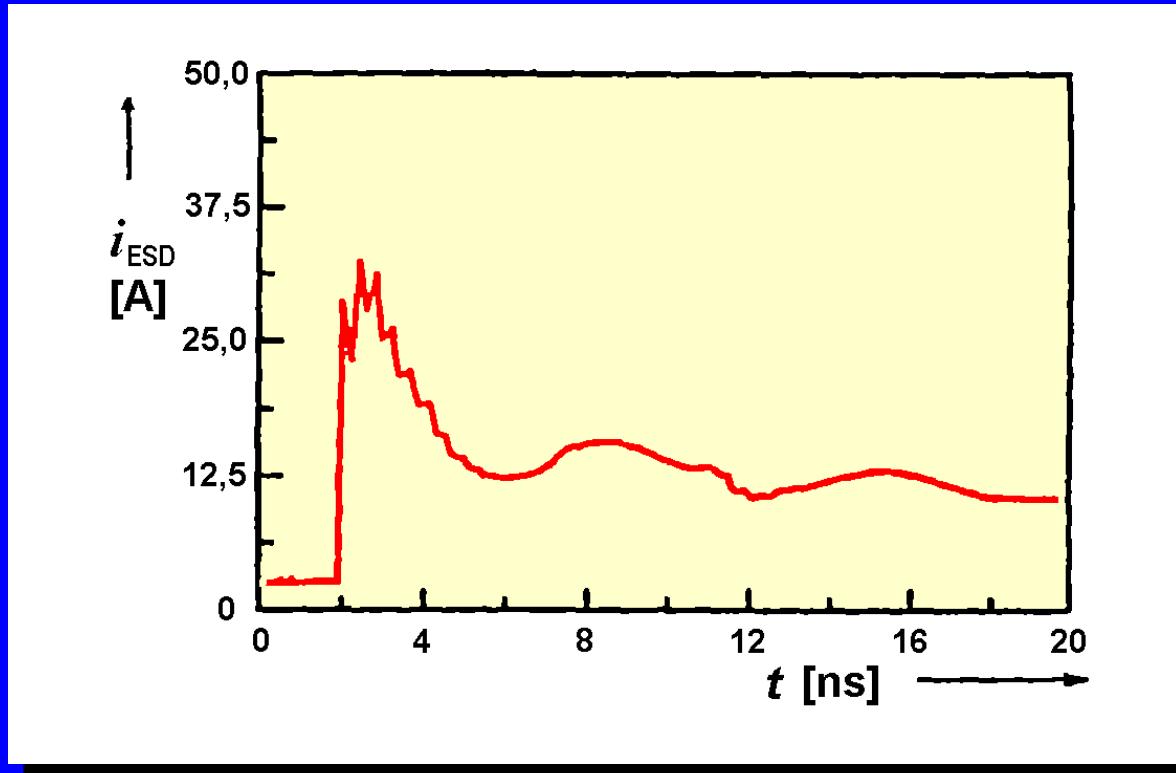
vznikají tam, kde se vyskytuje třetí pohyb mechanických částí (kovových a/nebo dielektrických – pevných, kapalných či plynných).

Podmínky vzniku:

- Pracovníci obsluhy mají nevhodné oblečení z hlediska vzniku vysokého elektrostatického napětí (umělé materiály).
- Povrchy stolů, židlí, podlahové krytiny jsou z umělých hmot s vysokým izolačním odporem.
- V místnosti je nízká vlhkost vzduchu.

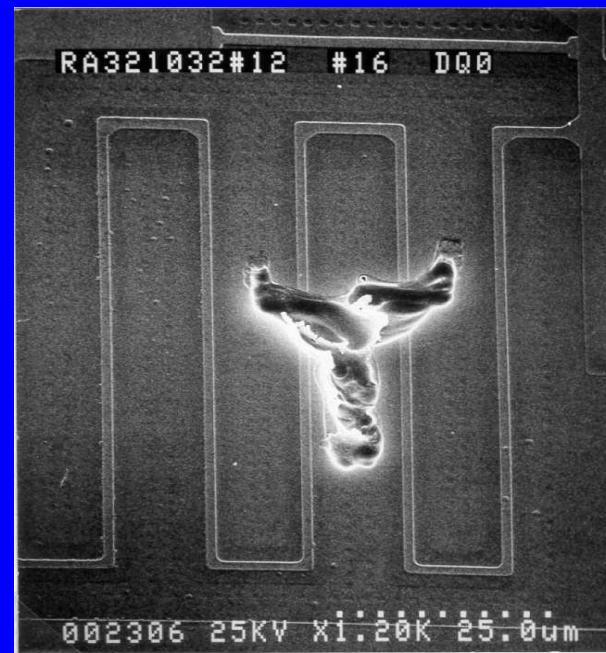


Vznik lokálního elektrostatického výboje

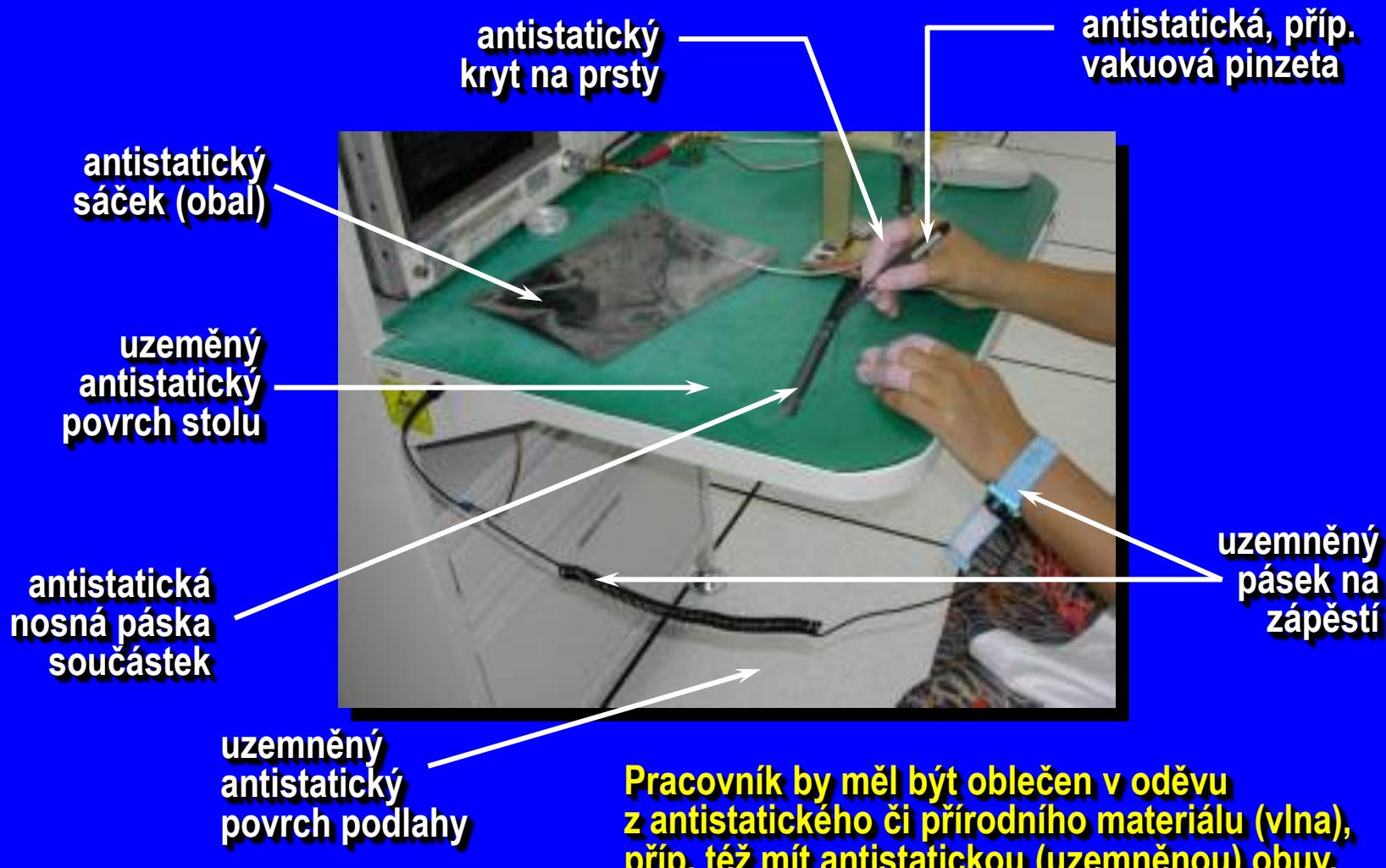


Proudový impulz vybití elektrostatického náboje

Působení elektrostatického výboje na elektronické součástky a obvody



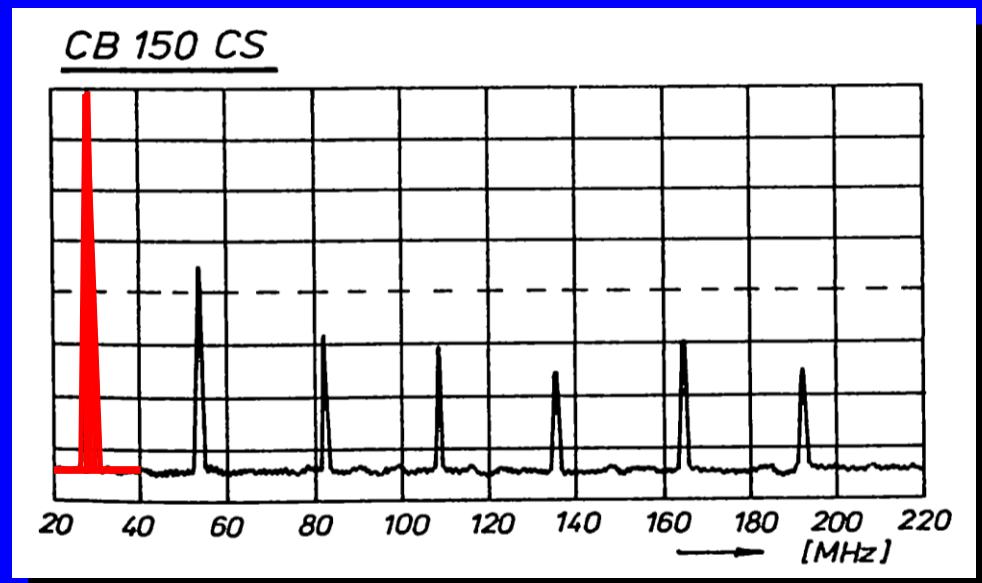
Ochrana pracovišť před působením ESD



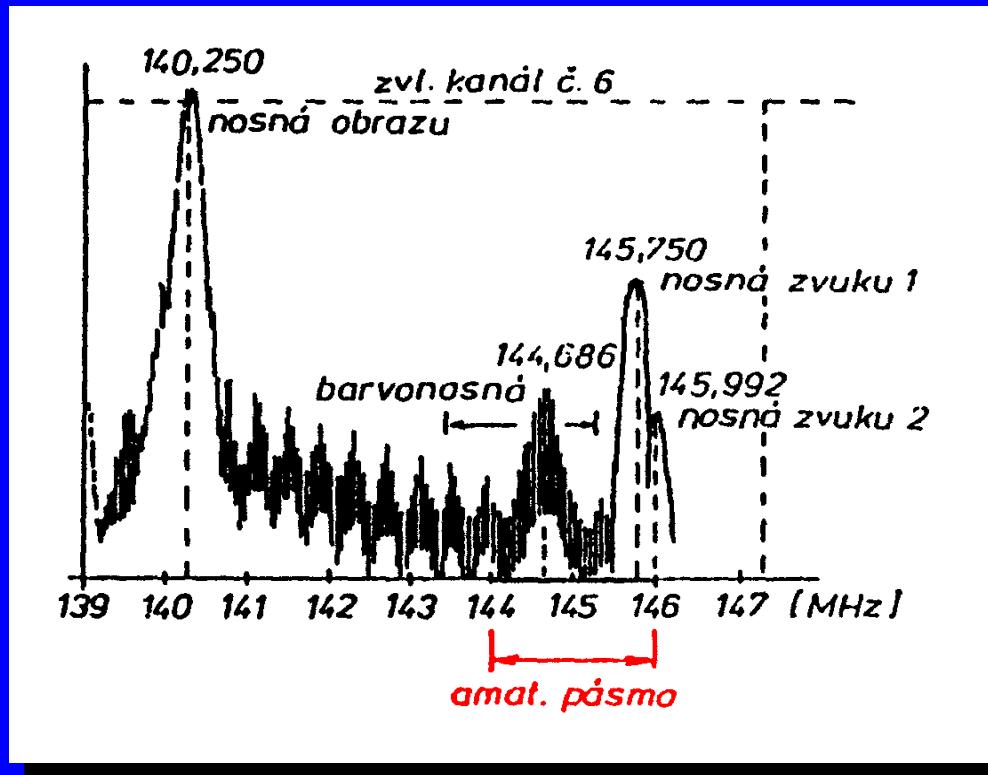
Spojité (kontinuální) rušení

- Rozhlasové, televizní, příp. radarové vysílače
- Vyšší harmonické složky v napájecí síti
- Neveřejné radiokomunikační služby
 - ➡ CB radio (Citizen Band radio) v pásmu 27 MHz:
překračování povoleného vf. vyzařovaného výkonu.

Rušivé spektrum výstupního signálu občanské radiostanice CB za zařazeným zesilovačem výkonu



- Televizní a rozhlasové kabelové rozvody v pásmech 40 až 300 MHz



Kmitočtové spektrum vyzařované TV kabelovým rozvodem na 6. kanálu při zkušebním obrazci v systému PAL

Zvláštní rušení

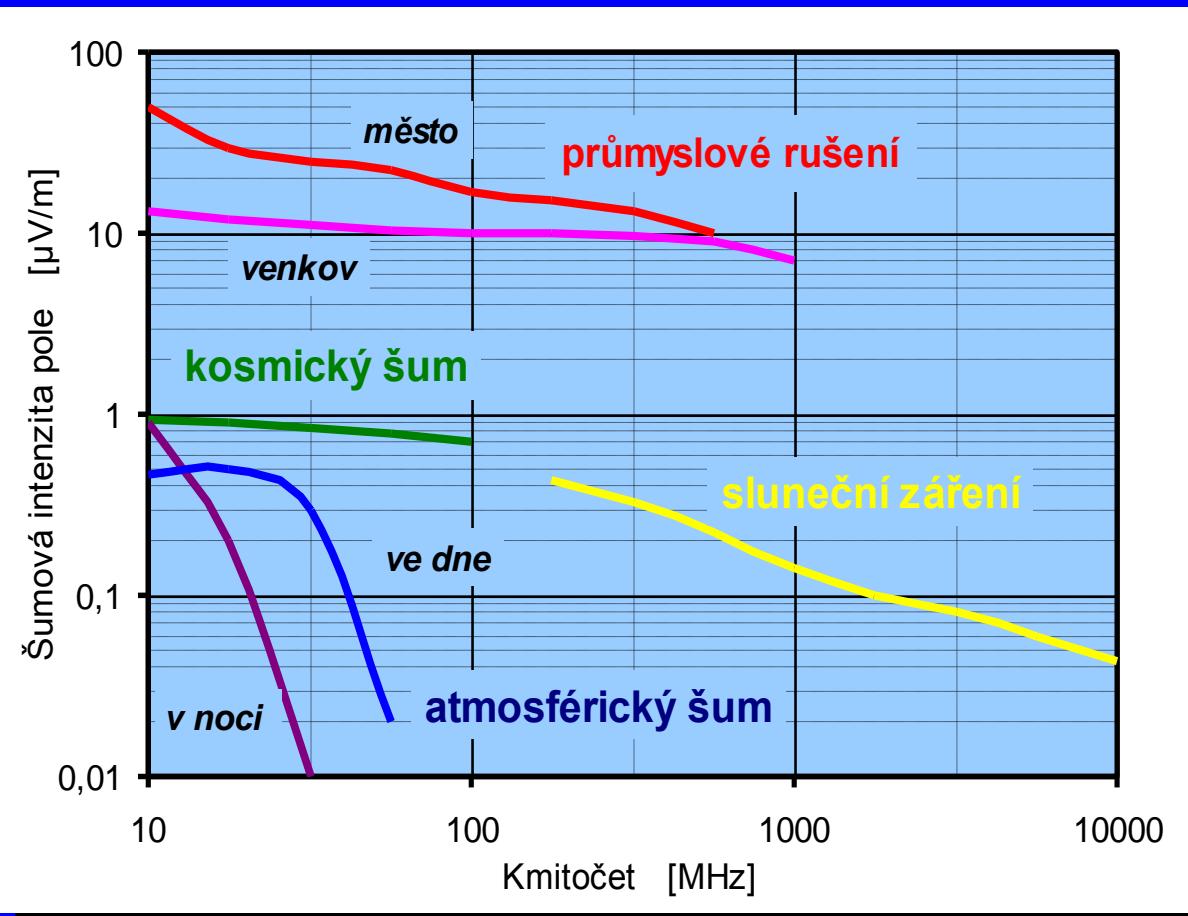
- Nukleární elmag. impulz (Nuclear ElectroMagnetic Pulse)
NEMP

	E_{\max} [kV/m]	H_{\max} [A/m]	náběžná hrana [ns]	kmitočtové spektrum	dosah účinku
LEMP	10 ÷ 100	100 ÷ 1000	100 ÷ 10000	1 kHz ÷ 5 MHz	jednotky km
NEMP	30 ÷ 100	100 ÷ 1000	5 ÷ 8	0,1 ÷ 100 MHz	stovky až tisíce km

Srovnání parametrů **LEMP** a **NEMP**

• Rušení mimozemského původu

- ➔ **geomagnetické bouře** vlivem tzv. slunečního větru
- ➔ **kosmické záření**



Spektrální rozložení
a úrovni některých
mimozemských
interferenčních zdrojů