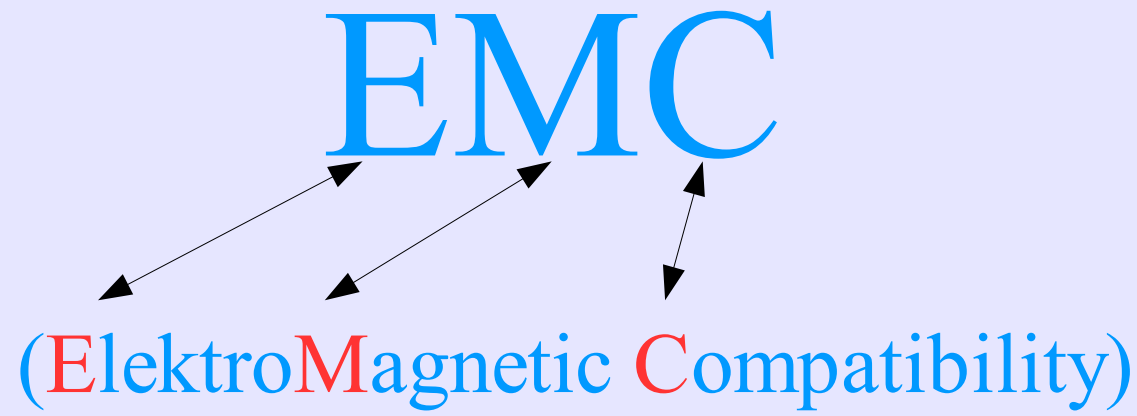


EMC

(ElektroMagnetic C ompatibility)

The diagram shows the acronym 'EMC' in large blue letters at the top. Below it, the full name '(ElektroMagnetic C ompatibility)' is written in smaller blue letters, with the 'E', 'M', and 'C' in red. Three black arrows point from the 'E', 'M', and 'C' of the full name up to the corresponding letters of the acronym.

Úvod do měření elektromagnetické kompatibility

cvičení VZ1

ing. Pavel Hrzina

EMC - historie

- první definice EMC v 60.letech minulého století
- vojenská zařízení USA
- nástup problematiky EMC do běžného života

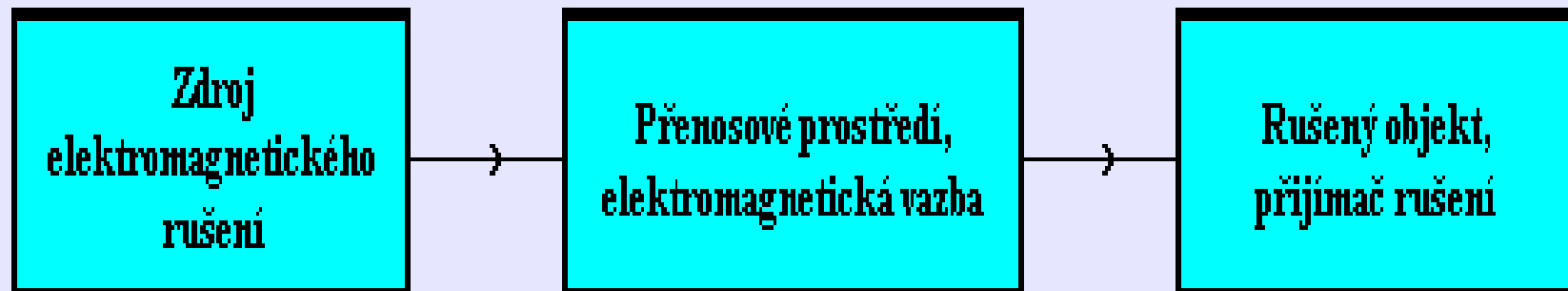
EMC - historie

H. M. Schlike (1968)

"Systém sám o sobě může být dokonale spolehlivý - bude však prakticky bezcenný v provozu, pokud současně nebude elektromagneticky kompatibilní. Spolehlivost a elektromagnetická kompatibilita jsou neoddělitelné požadavky na systém, který má fungovat v každé době a za všech okolností".

Členění oboru EMC

- EMC biologických systémů
- EMC technických systémů



EMC biologických systémů


Cíl: posouzení vlivu EM záření na živé organizmy, konkrétně člověka.

- tepelné účinky – ohřev tkání vystavených účinkům EM pole velké intenzity
- netepelné účinky – pole nižších intenzit, dlouhodobě působící na CNS, krevní oběh a imunitní systém
- velké rozdíly v interpretaci účinků na organizmus

EMC technických systémů

Cíl: výzkum vzájemného působení a koexistence technických prostředků, přístrojů a zařízení

- zdroje EM rušení

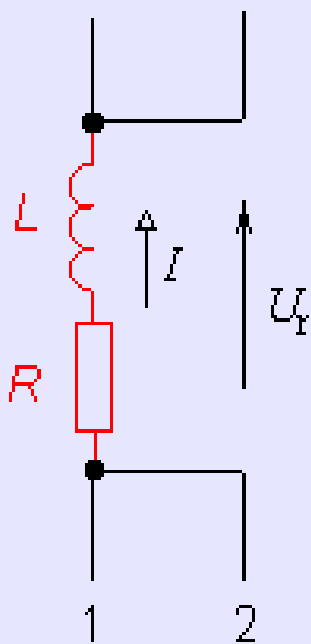


přírodní
slunce
kosmické záření
výboje v atmosféře

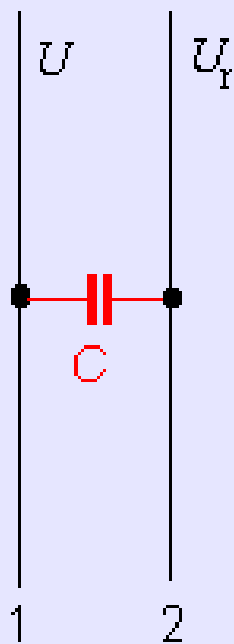
umělé
spínané zdroje
komutátorové motory
radiové vysílače
a další

Přenos EM rušení

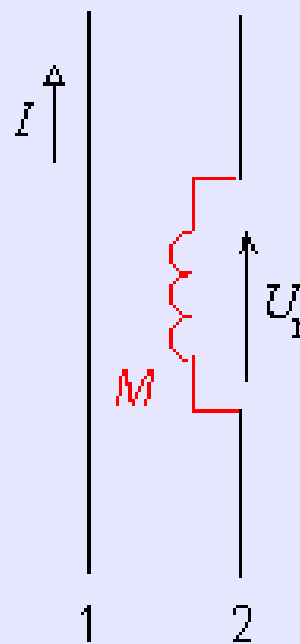
základní vazby mezi zařízeními



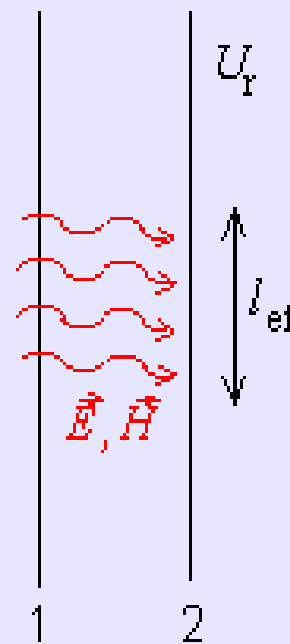
galvanická vazba



kapacitní vazba

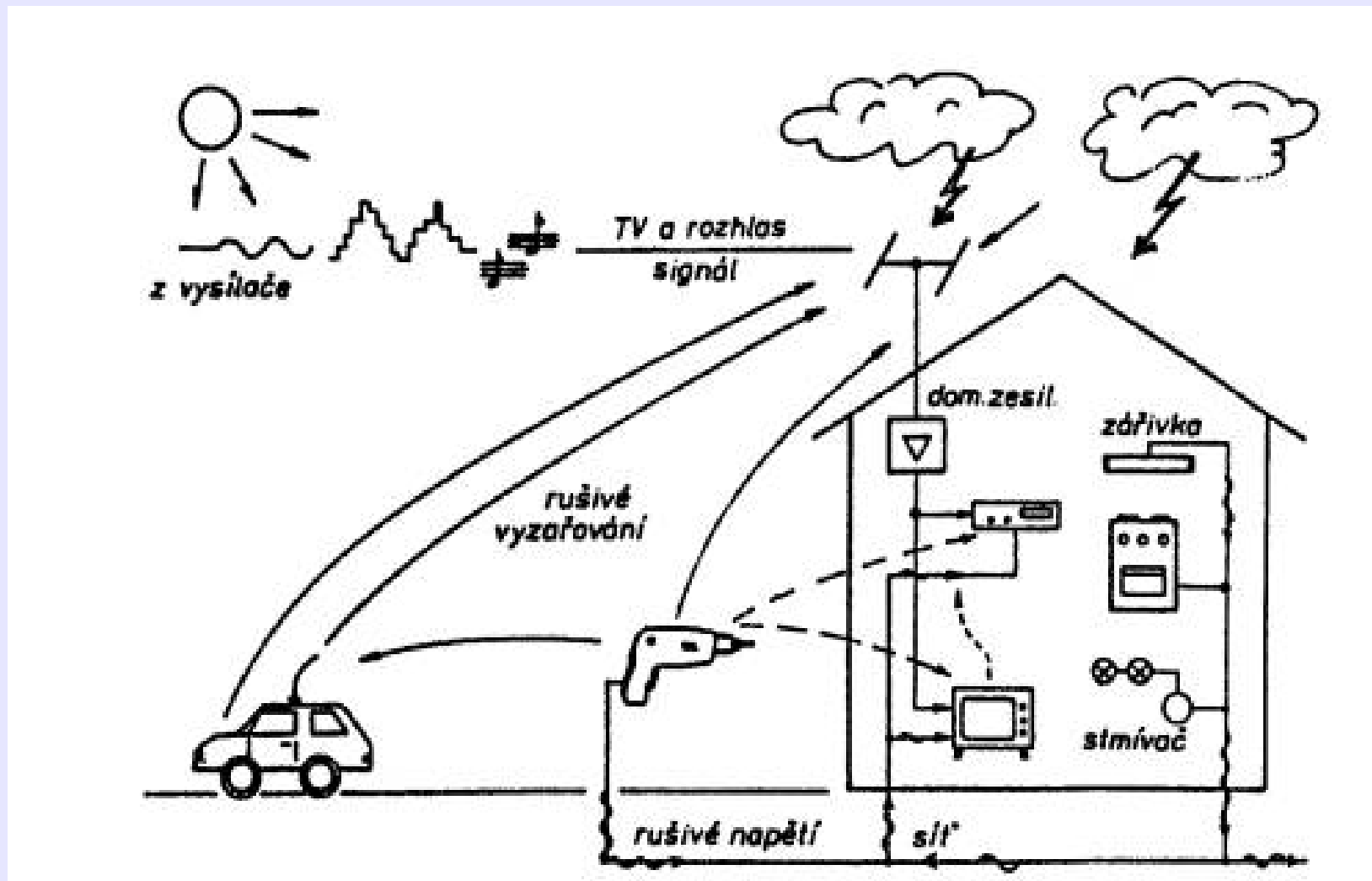


induktivní vazba



vazba vyzařováním

Přenos EM rušení



Příjem rušení

Vliv rušivého signálu na zkoumané zařízení

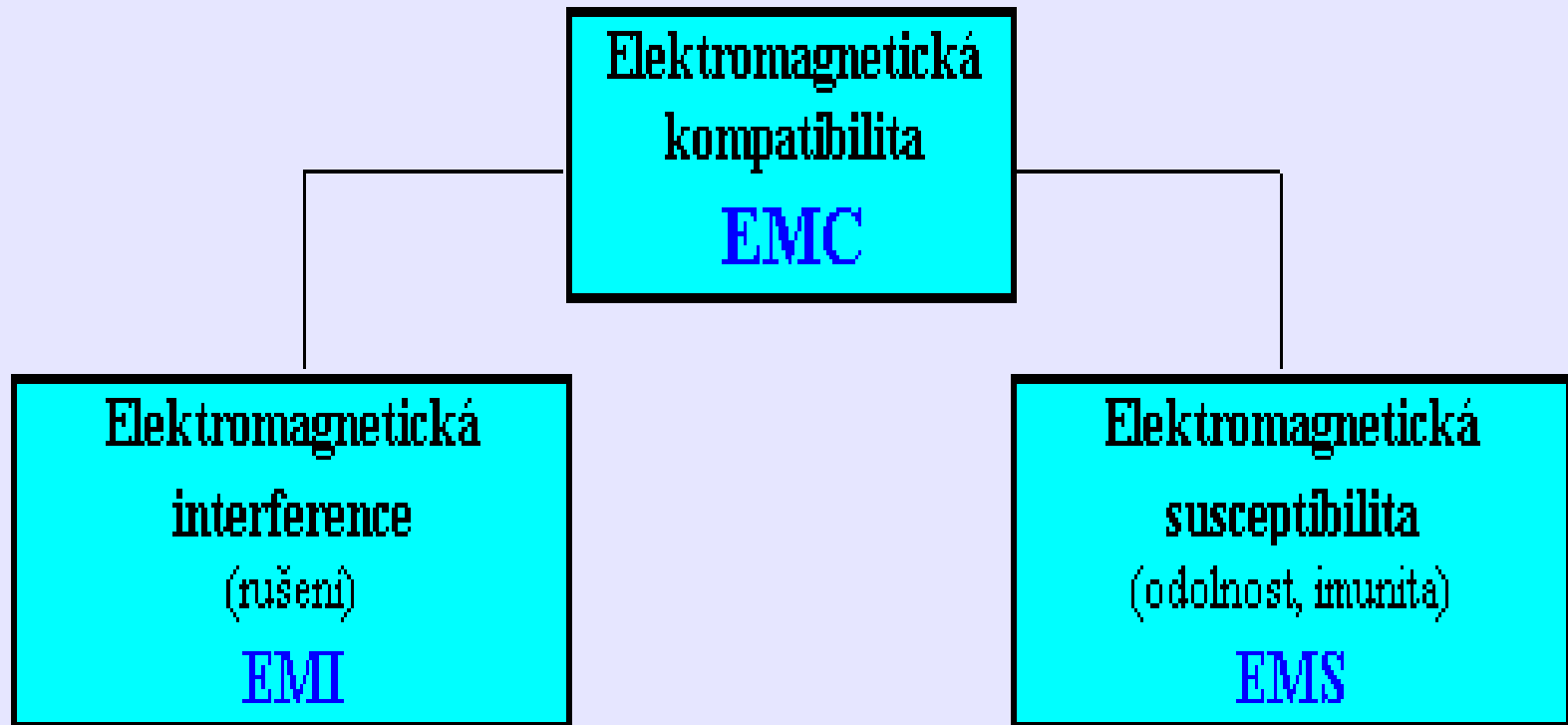
A zařízení pracuje během přítomnosti rušivého signálu bez poruch

B zhoršení činnosti zařízení během přítomnosti rušení, po skončení návrat k běžné činnosti

C výpadek funkce s možností návratu funkčnosti

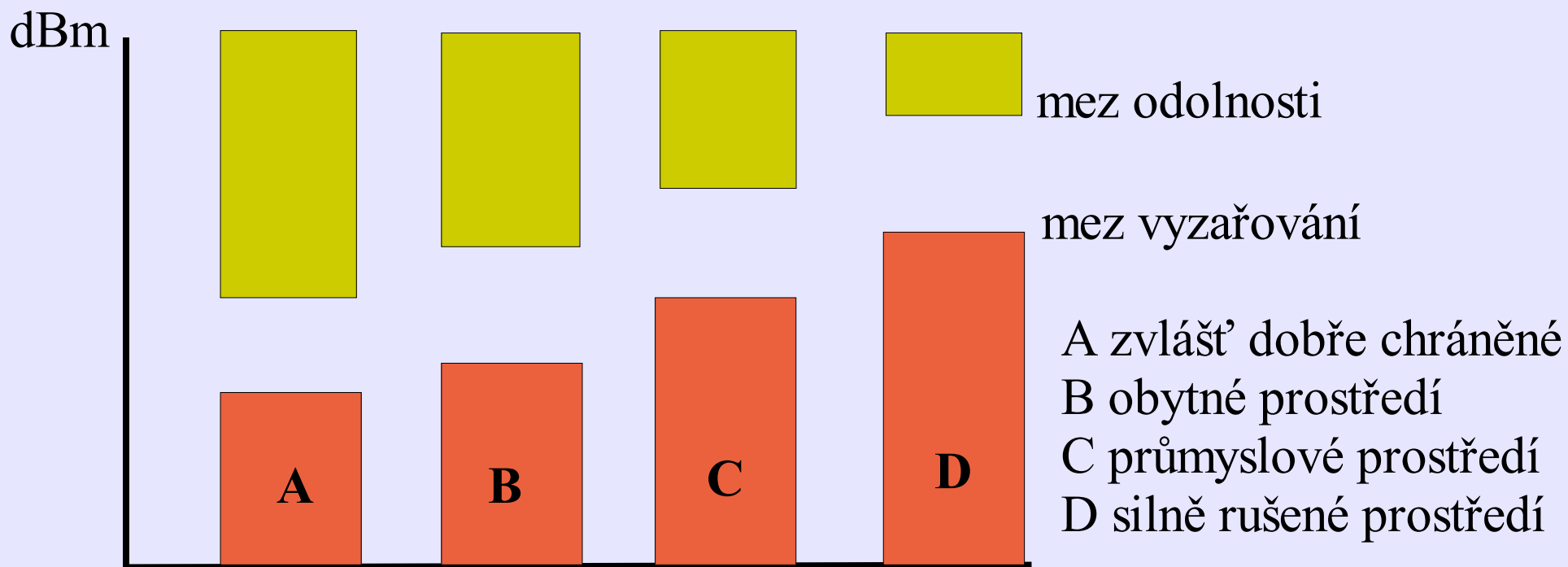
D poškození zařízení bez možnosti obnovení funkce

$$\text{EMC} = \text{EMI} + \text{EMS}$$

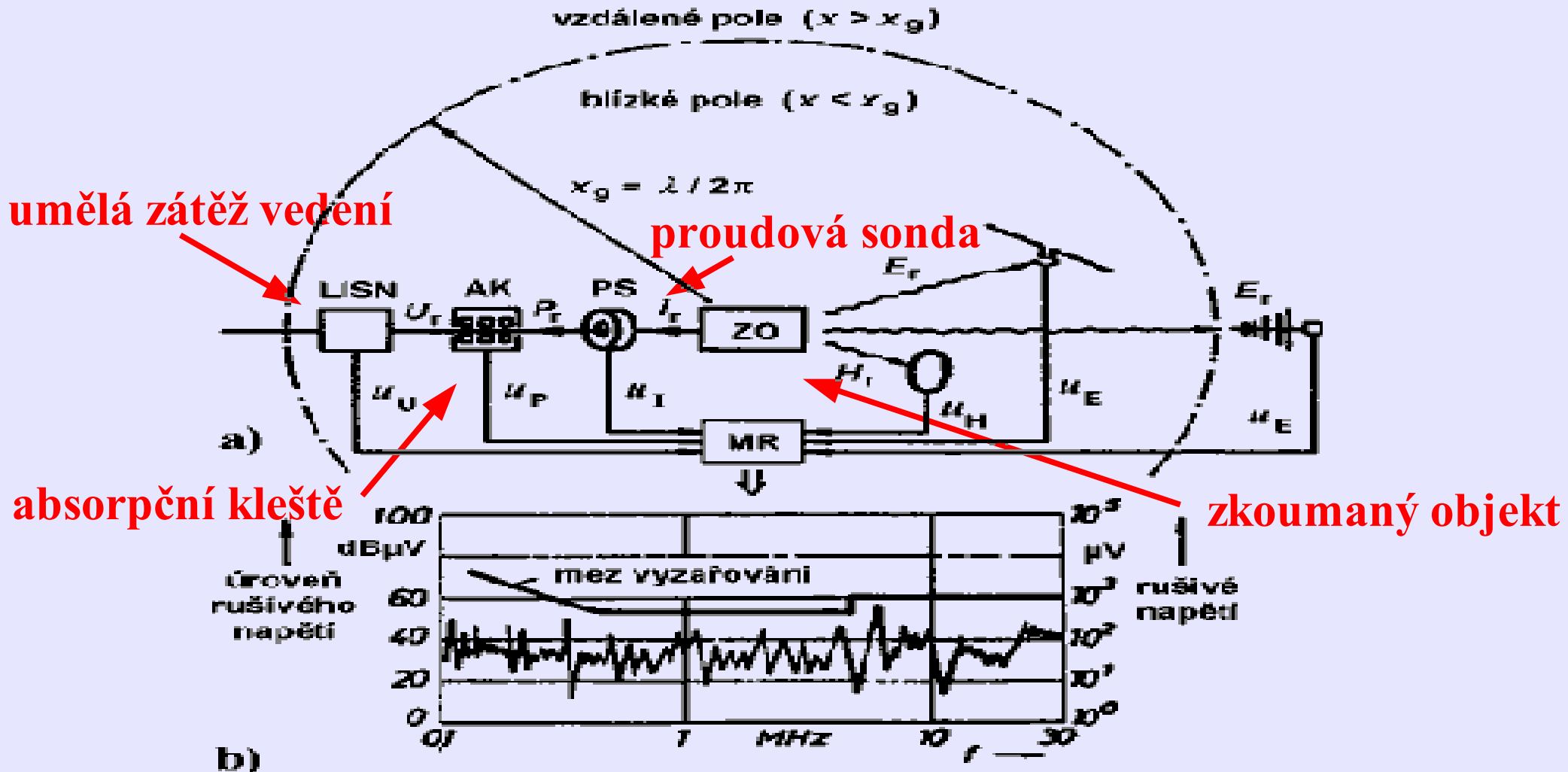


Úrovně mezí vyzařování a odolnosti

- meze vyzařování a odolnosti závisí na okolním prostředí

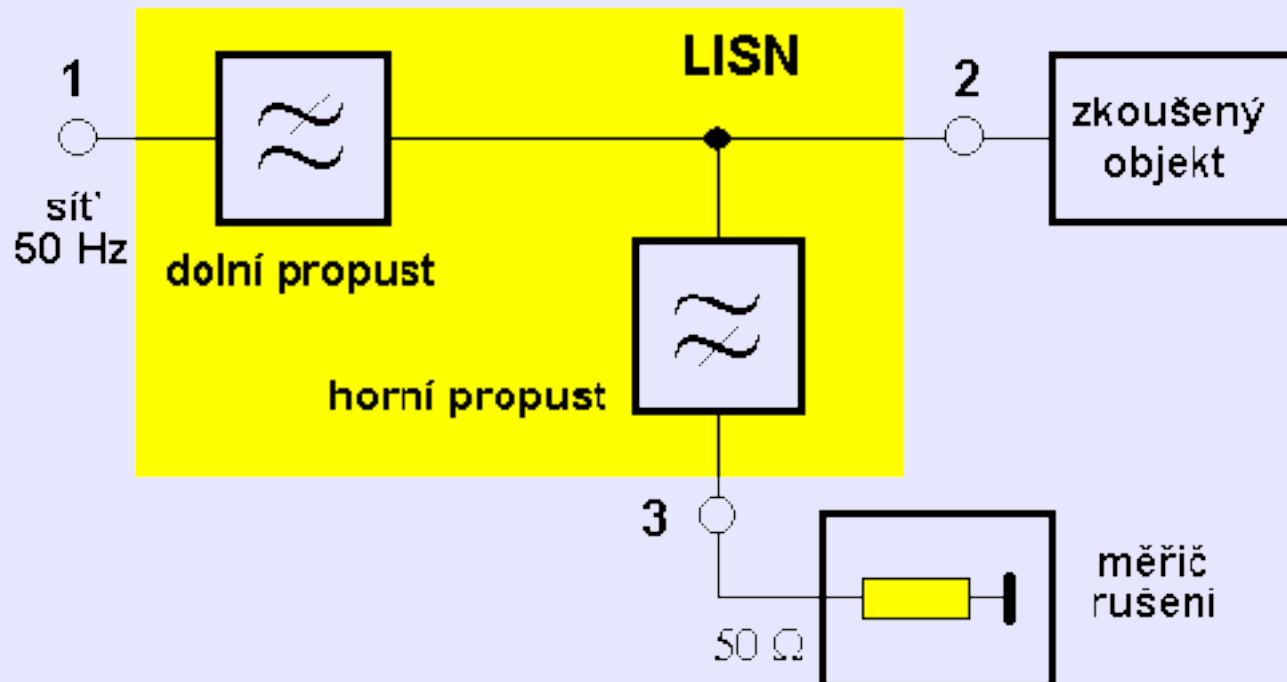


Způsoby měření vyzařování



LISN – umělá zátěž vedení

- zamezuje vnikání cizího vf rušení ze sítě do testovaného zařízení
- umožňuje odvod rušivého vf signálu emitovaného zkoumaným objektem do měřicího přístroje



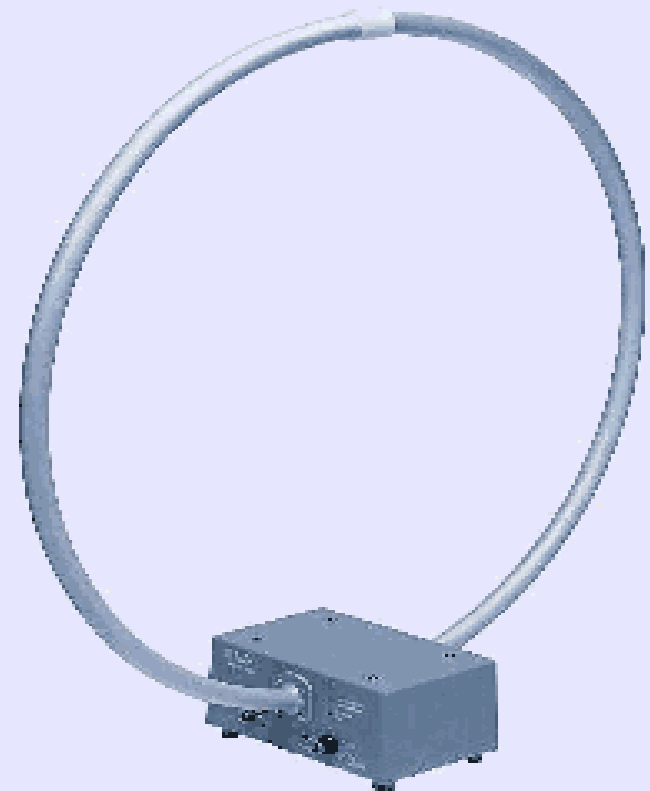
Absorpční kleště

- kombinace proudové sondy a feritového absorbéru



Měření pomocí antén

- pro frekvence 9kHz – 150kHz je většina rušivých jevů způsobována magnetickou složkou EM pole.
- měření se provádí feritovou nebo rámovou anténou



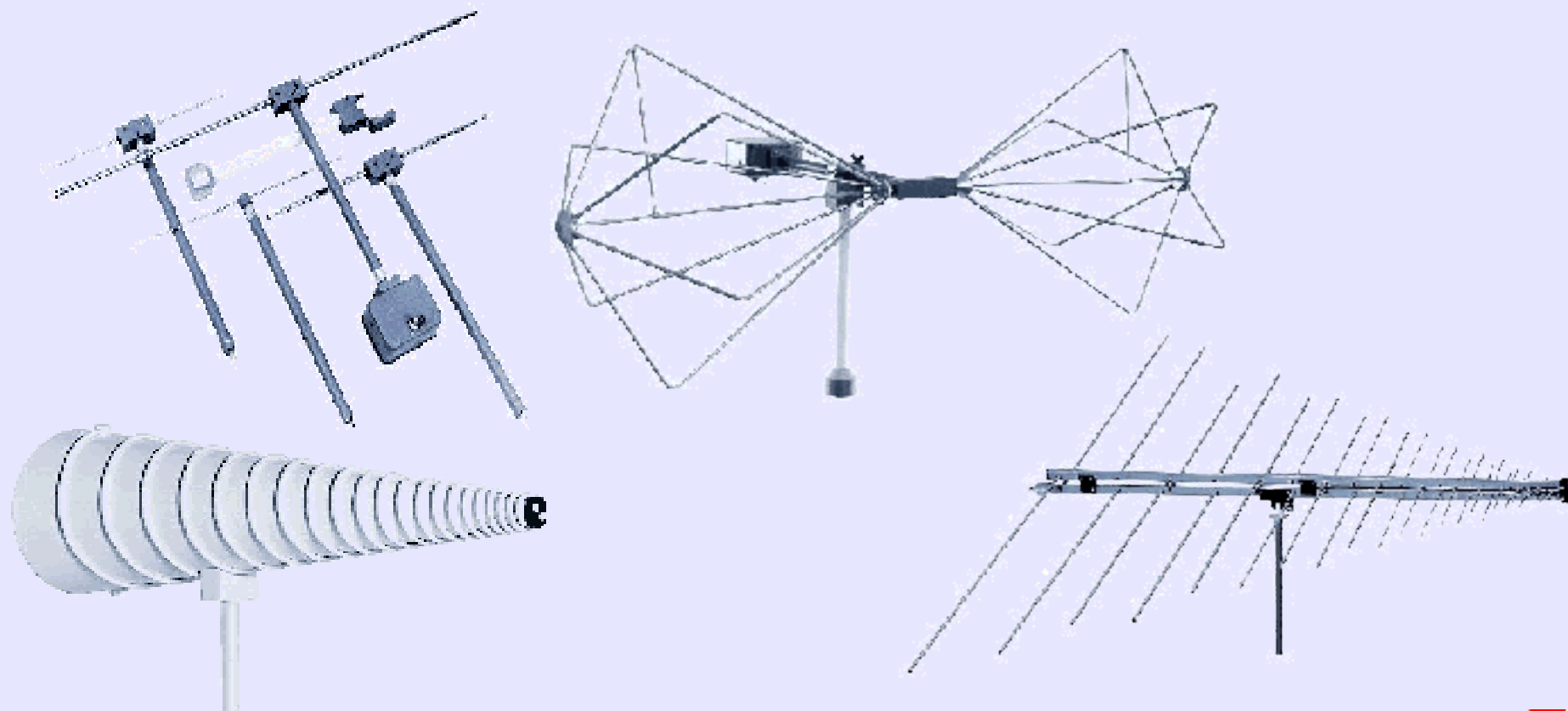
Měření pomocí antén

- pro vyšší frekvence začíná převládat rušení způsobované E složkou EM pole
- pro měření se používá prutová anténa délky 1m



Měření pomocí antén

další používané antény: symetrický půlvlnný dipól,
logaritmicko-preriodická anténa a další...



Měřicí přístroje



spektrální analyzátor



měřicí přijímač

Měření EM odolnosti

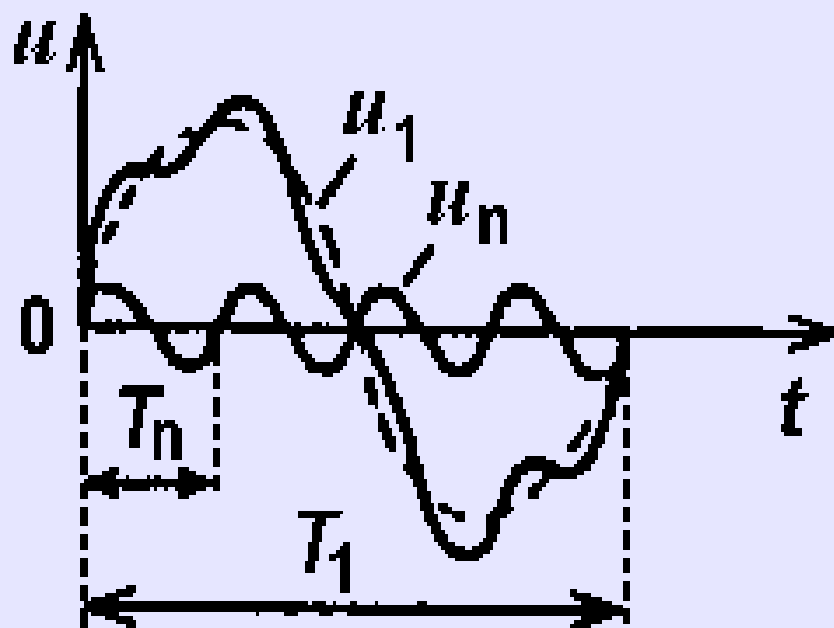
Možné zdroje rušení

- nízkofrekvenční rušení v napájecí síti
- přechodné jevy a vf rušení
- elektrostatické výboje
- magnetické rušení
- vyzařování EM pole

Zkušební signály pro měření EMC

Harmonické a meziharmonické síťového napětí
energetické sítě

ČSN EN 61000-4-7



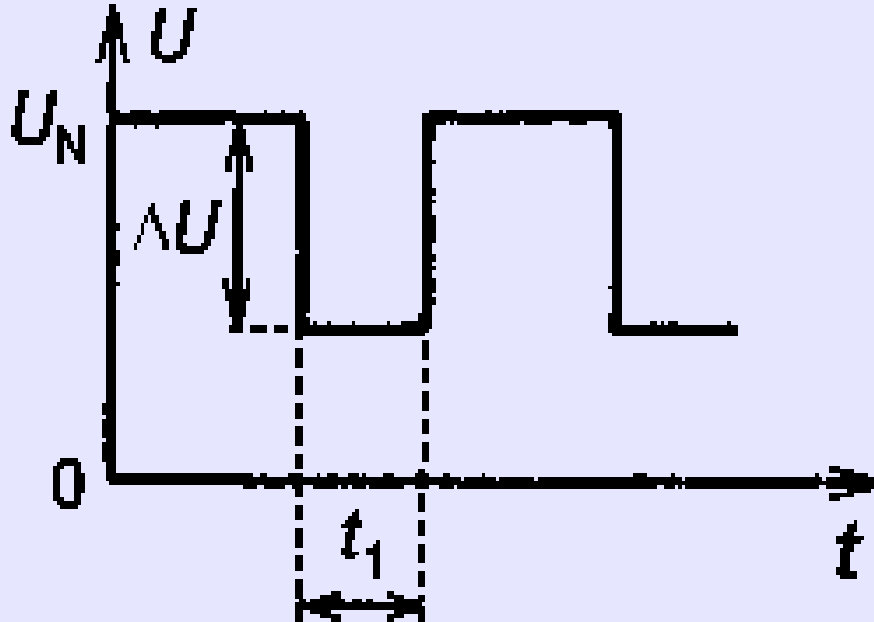
$f_1 = 1/T_1 = 50\text{Hz}$
kmitočet sítě

$f_n = 1/T_n$
kmitočet n -té harmonické
 $n = 1, 2, \dots$

Zkušební signály pro měření EMC

Krátkodobé poklesy, krátká přerušování síťového napětí

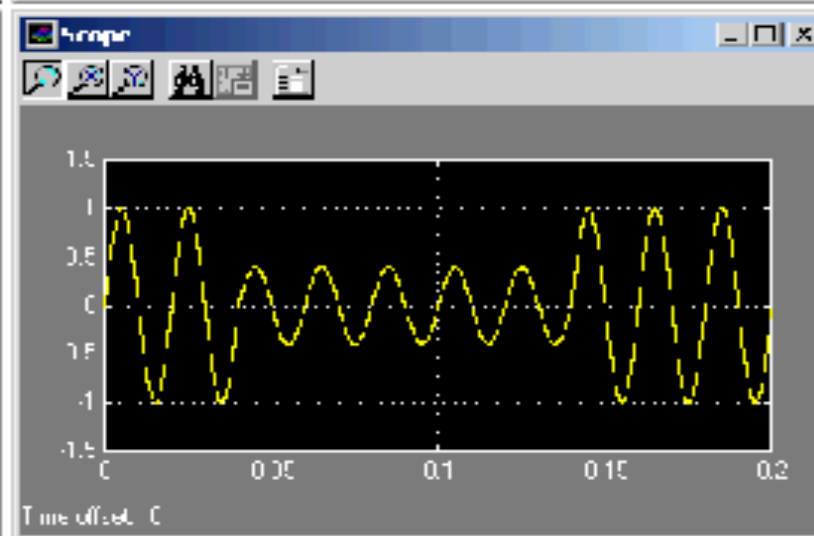
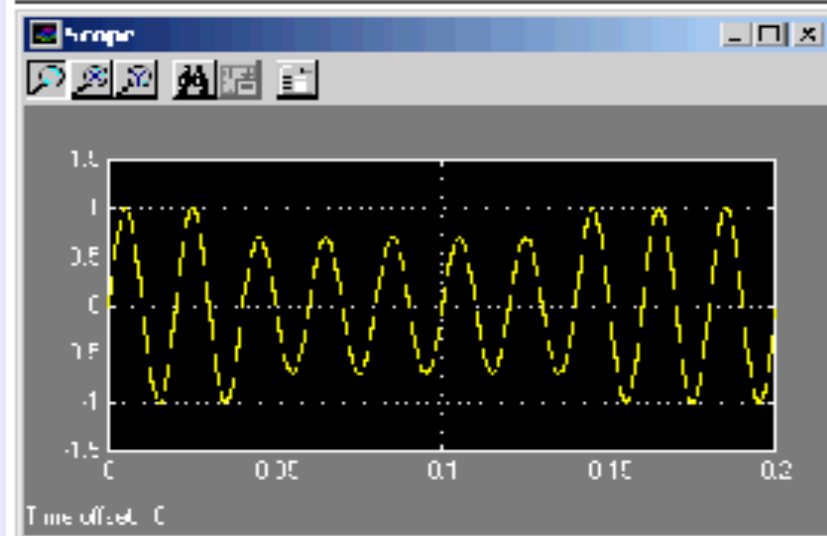
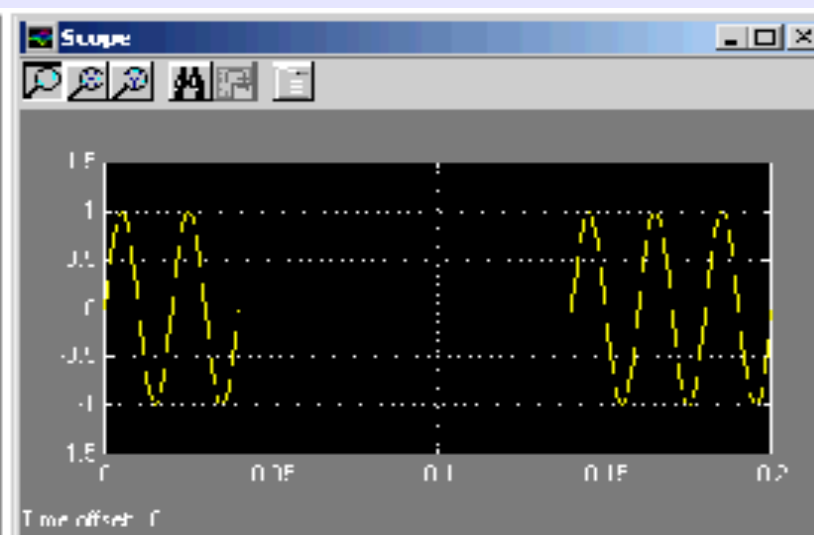
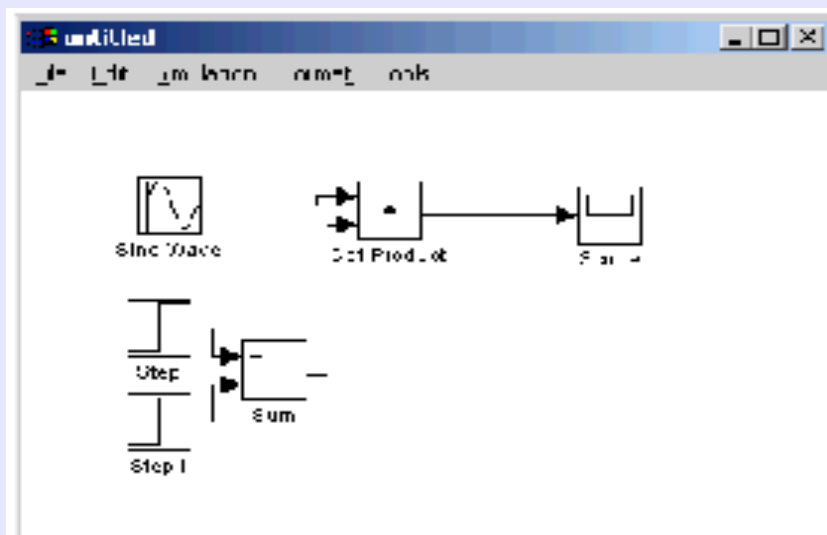
ČSN EN 61000-4-11



pokles napětí o
30%, 60%, 100%

v trvání
0,5, 1, 5, 10, 25, 50 period
síťového napětí

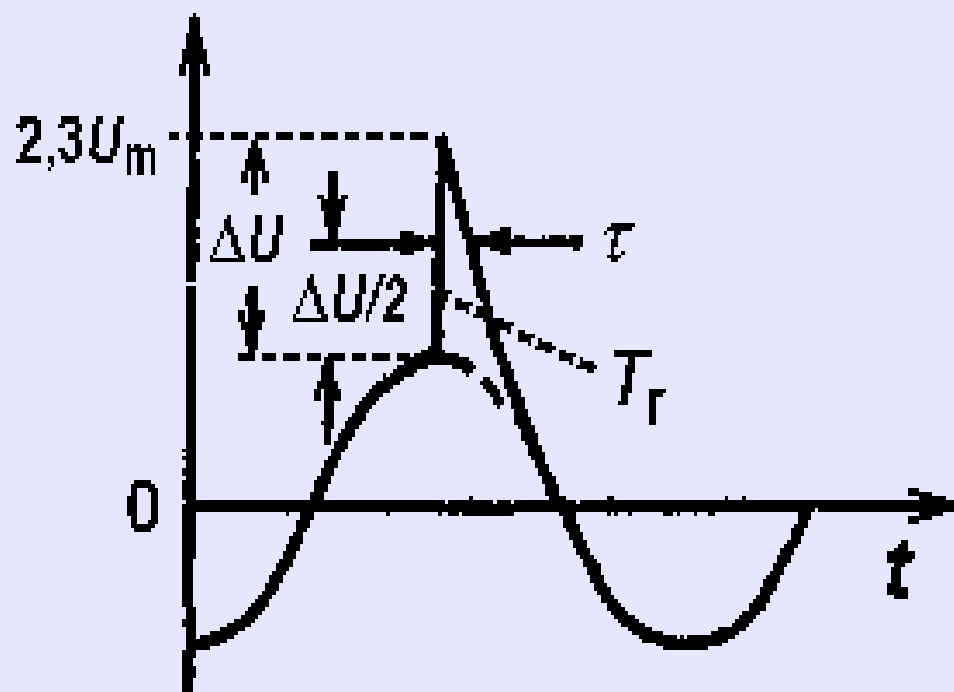
ČSN EN 61000-4-11



Zkušební signály pro měření EMC

Rázový impulz napětí(proudu) 100/1300 μ s

IEC 1000-4



$$T_r = 100 \mu s$$

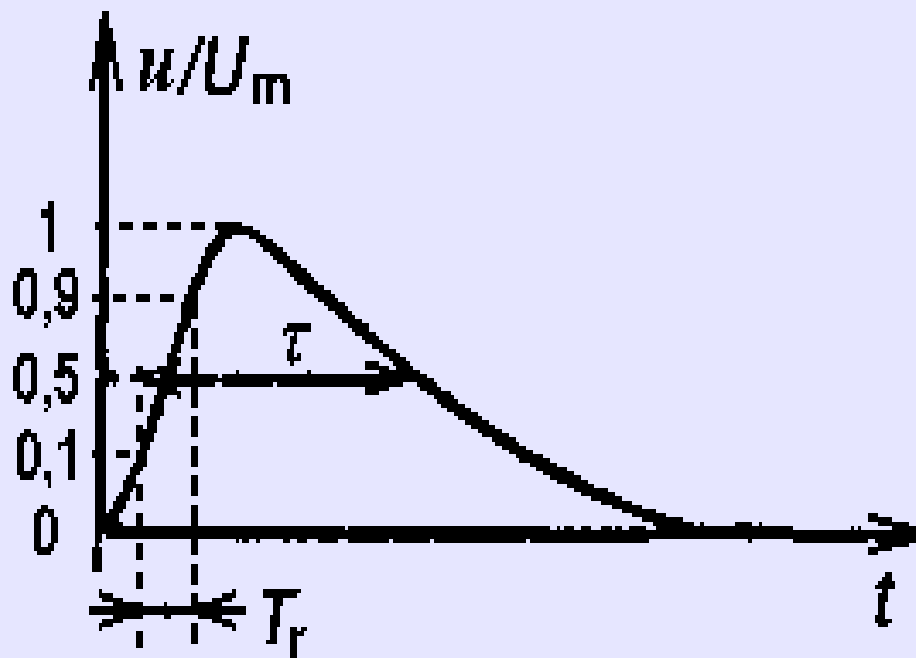
$$\tau = 1300 \mu s$$

$$\Delta U = 1,3 U_m$$

Zkušební signály pro měření EMC

Vysokoenergetický rázový impulz napětí 1,2/50 μ s

ČSN EN 61000-4-5



$$U_m = 0,25 \dots 4 \text{ kV}$$

$$T_r = 1,2 \text{ } \mu\text{s}$$

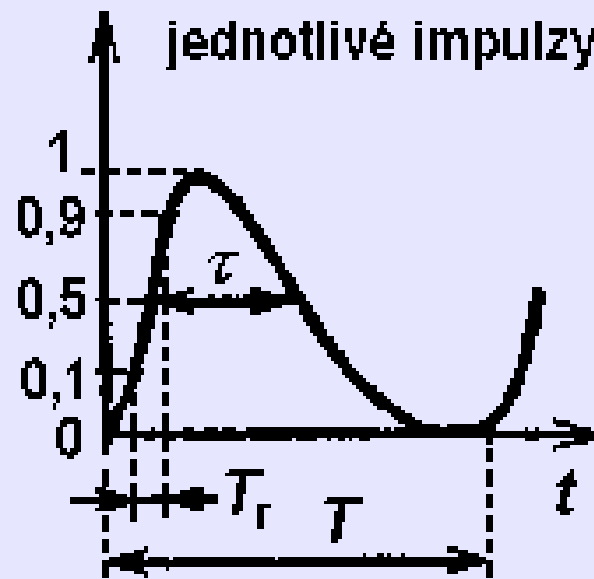
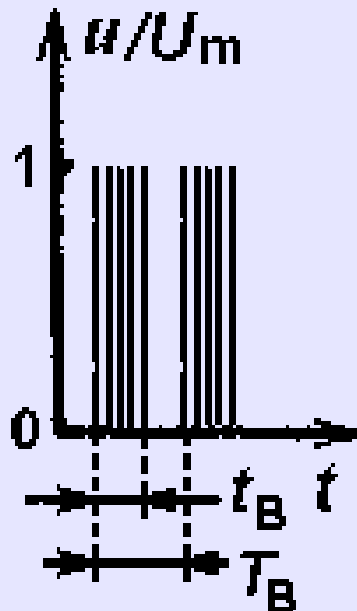
$$\tau = 50 \text{ } \mu\text{s}$$

Zkušební signály pro měření EMC

Skupina rychlých přechodných jevů

(tzv. rychlé tranzienty - burst)

ČSN EN 61000-4-4

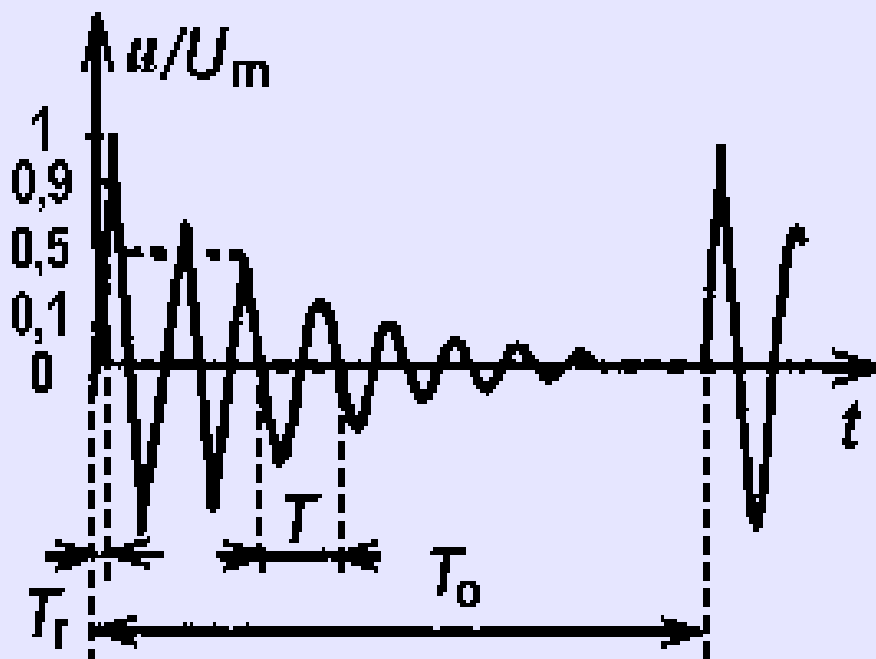


$U_m = 0,25 \dots 4 \text{ kV}$
 $T_r = 5 \text{ ns}$
 $\tau = 50 \text{ ns}$
 $f = 1/T = 2,5 \text{ kHz}$,
případně 5kHz
 $t_B = 15 \text{ ms}$
 $T_B = 300 \text{ ms}$

Zkušební signály pro měření EMC

Tlumené oscilační vlny 0,1/1MHz

ČSN EN 61000-4-12



$$U_m = 0,25 \dots 4 \text{ kV}$$

$$T_r = 75 \text{ ns}$$

$$f = 1/T = 0,1/1 \text{ MHz}$$

$$U = 0,5 U_m$$

po 3 až 6 periodách

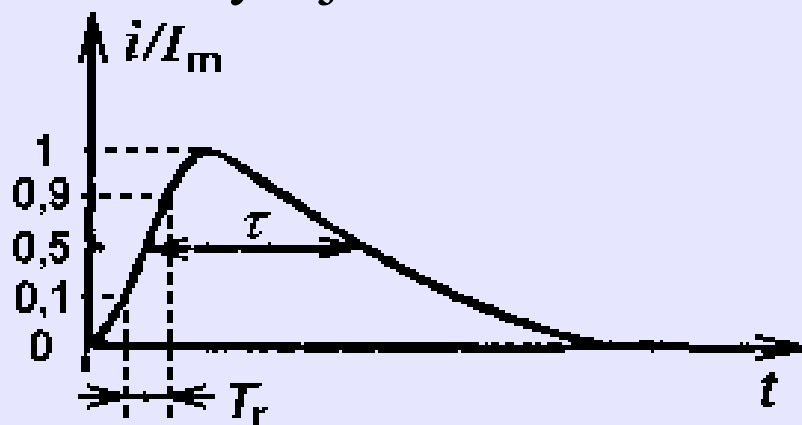
$$f_0 = 1/T_0 = 40/400 \text{ Hz}$$

Zkušební signály pro měření EMC

Elektrostatické výboje

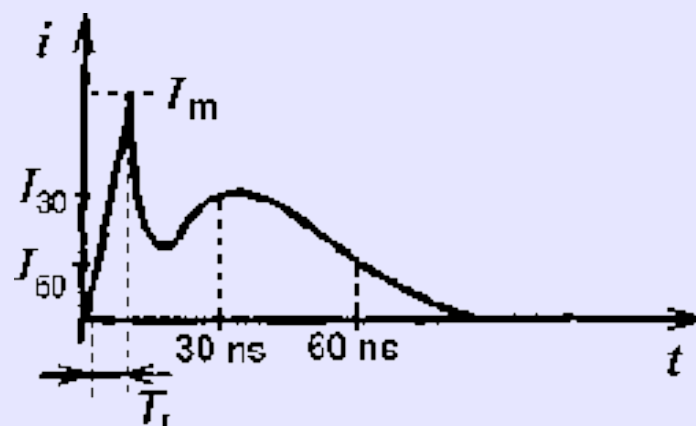
ČSN EN 61000-4-2

výboj vzduchem



$U = 2 \dots 15 \text{ kV}$, $I_m = 5 \dots 70 \text{ A}$,
 $T_r = 5 \text{ ns}$, $\tau = 30 \text{ ns}$

kontaktní výboj



$U = 2 \dots 8 \text{ kV}$, $I_m = 7 \dots 30 \text{ A}$
 $T_r = 0,7 \dots 1 \text{ ns}$

Měření

- Změřte EMC jehličkové tiskárny
 - dle ČSN EN 61000-4-11 (krátkodobé poklesy a výpadky)
 - dle ČSN EN 61000-4-5 (rázový pulz 1,2/50)
 - dle ČSN EN 61000-4-4 (burst)
- Prověřte proud odebíraný z rozvodné sítě spínaným zdrojem.
 - 200W zdroj pro napájení PC
 - spínaný zdroj s PFC

Literatura

Základy EMC 1-7 díl

Prof. Ing. Jiří Svačina, CSc.

Ústav radioelektroniky FEI VUT v Brně

<http://www.elektrorevue.cz>

Tato prezentace bude dostupná od 17.3. na webových stránkách <http://hrzinap.wz.cz>