

EMC

Současná legislativa a praxe

Michal Brejcha

pobočka ČSVTS při FEL Praha

Praha, 2017

Obsah

- 1 Základní pojmy
- 2 Legislativa
- 3 Přehled zkoušek
- 4 Způsoby omezování emisí
 - Nízkofrekvenční rušení
 - Vysokofrekvenční rušení
 - Elektrické filtry
- 5 Pevné instalace

ČSN IEC 50 (161)

161-01-01 **Elektromagnetické prostředí**

Souhrn elektromagnetických jevů existujících v daném místě

161-01-05 **Elektromagnetické rušení**

Jakýkoliv elektromagnetický jev, který může zhoršit provoz přístroje, zařízení nebo systému anebo nepříznivě ovlivnit živou nebo neživou hmotu

ČSN IEC 50 (161)

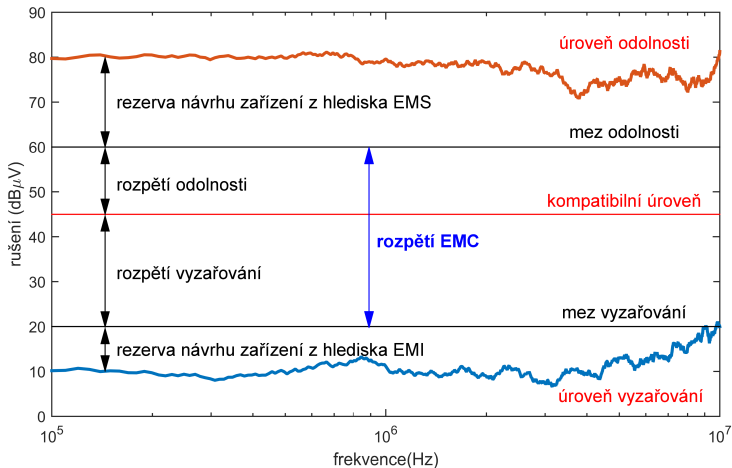
161-01-20 **Odolnost (proti rušení)**

Schopnost přístroje, zařízení nebo systému být v provozu bez zhoršení bez zhoršení charakteristik za přítomnosti **elektromagnetického rušení**.

161-01-07 **Elektromagnetická kompatibilita: EMC**

Schopnost zařízení nebo systému fungovat vyhovujícím způsobem ve svém **elektromagnetickém prostředí**, bez vytváření nepřijatelného **elektromagnetického rušení** pro cokoliv v tomto prostředí.

Elektromagnetická kompatibilita, ČSN IEC 1000-1-1



Jednotky

Frekvenční charakteristika

Základní typy vazeb

Obsah

- 1 Základní pojmy
- 2 Legislativa**
- 3 Přehled zkoušek
- 4 Způsoby omezování emisí
 - Nízkofrekvenční rušení
 - Vysokofrekvenční rušení
 - Elektrické filtry
- 5 Pevné instalace

Co má zajistit?



Členské státy EU:

Belgie (1958), Bulharsko (2007), Česká republika (2004), Dánsko (1973), Estonsko (2004), Finsko (1995), Francie (1958), Chorvatsko (2013), Irsko (1973), Itálie (1958), Kypr (2004), Litva (2004), Lotyšsko (2004), Lucembursko (1958), Maďarsko (2004), Malta (2004), Německo (1958), Nizozemsko (1958), Polsko (2004), Portugalsko (1986), Rakousko (1995), Rumunsko (2007), Řecko (1981), Slovensko (2004), Slovinsko (2004), Spojené království (1973), Španělsko (1986), Švédsko (1995)



Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů

Upravuje:

- práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh výrobky, které by mohly ohrozit **oprávněný zájem**.
- tvorbu a uplatňování českých norem – UNMZ
- akreditaci objektů posuzování shody = **notifikovaná osoba**
 - Notifikovaná osoba vydává certifikát, že dokumentace a výrobek je ve shodě s harmonizačními předpisy EU - u nás provádí EZÚ
- povinnosti výrobce, dovozce, distributora

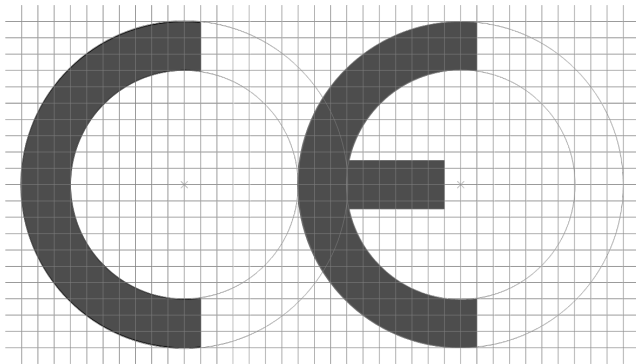
Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů

- **Oprávněný zájem = Veřejný zájem:**
zdraví, bezpečnost, majetek, životní prostředí
- **Harmonizovaná česká norma:**
přejímá požadavky stanovené harmonizovanou evropskou normou
- **Stanovené výrobky:**
mohou ohrozit oprávněný zájem a jsou stanoveny v nařízeních vlády
- **Stanovený požadavek:**
požadavek v nařízení vlády vztahující se k danému výrobku

Značení

- **CE.**
Výrobek splňuje všechna nařízení vlády, která se na něj vztahují a pro posouzení shody byl proveden stanovený postup.
- **CCZ.**
Může být pouze u výrobků, na něž se nevztahují předpisy Evropské unie
- Lze uvádět vždy jen jedno z obou značení

Značka shody CE - Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 765/2008



Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh

- Dodávání výrobků na trh a zvláštní ustanovení pro některé jiné výrobky
- Postup posuzování shody
- Doplnění práv a povinností osob uvádějících výrobky na trh

Povinnosti výrobce

- zajišťovat výrobu v souladu se stanovenými požadavky a u sériově vyráběných výrobků je tomu povinen po celou dobu výroby i v případě, že došlo ke změnám konstrukce nebo parametrů výrobku, anebo ke změnám harmonizovaných norem.
- vyhotovit technickou dokumentaci,
- provést nebo si nechat provést postup posouzení shody stanovený nařízením vlády. **Po prokázání shody je výrobce povinen vypracovat EU prohlášení o shodě a umístit označení CE,**
- vést evidenci stížností, nevyhovujících výrobků a stažených výrobků, a
- informovat o výsledcích svých šetření distributory, kterým výrobky dodal,
- stáhnout výrobek, který znamená ohrožení veřejného zájmu (viz EU rapid alert)

Povinnosti dovozce a distributora

- Výrobce je i dovozce nebo distributor, pokud uvede výrobek na trh pod svým jménem nebo ochrannou známkou, nebo pokud upraví výrobek takovým způsobem, který může ovlivnit jeho shodu.
- Dovozce:
 - uvádí na trh pouze výrobky v souladu se stanovenými požadavky,
 - musí zajistit, že výrobce provede příslušný postup shody, vypracuje dokumentaci v četně bezpečnostních informací a instrukcí,
 - uchovává kopii prohlášení o shodě,
 - musí provádět zkoušky vzorků, pokud jsou předepsány NV
- Distributor:
 - kontroluje přítomnost označení CE a souvisejících dokumentů,
 - při zjištění nesouladu informuje výrobce, příp. dovozce a orgány dozoru a přijímá nezbytná nápravná opatření (např. stažení výrobku z trhu)

Posuzování shody

- postupy jsou v modulech uvedených v příloze tohoto zákona.
- shodu se stanovenými požadavky lze předpokládat, pokud je výrobek ve shodě s harmonizovanou normou.
- vypracovává se vždy jen jediné prohlášení o shodě, které prohlašuje soulad se všemi harmonizačními předpisy, které se vztahují na výrobek.

Prohlášení o shodě - Příloha

- 1 Č. xxxxxx (jedinečná identifikace výrobku)
- 2 Jméno a adresa výrobce nebo zplnomocněného zástupce
- 3 Toto prohlášení o shodě vydal na vlastní odpovědnost výrobce (nebo osoba odpovědná za instalaci)
- 4 Předmět prohlášení (identifikace výrobku umožňující zpětně jej vysledovat; může případně obsahovat fotografii)
- 5 Výše popsaný předmět prohlášení je ve shodě s harmonizačními právními předpisy Evropské unie
- 6 Odkazy na příslušné harmonizované normy, které byly použity, nebo na specifikace, na jejichž základě se shoda prohlašuje
- 7 Případně: oznámený subjekt... (název, číslo)... provedl... (popis zásahu)... a vydal osvědčení...
- 8 Další informace

Podepsáno za, a jménem:

Prohlášení o shodě - Příklad

Prohlášení o shodě

Výrobce:

KILOVOLTIK s.r.o
 Ampérova 789, Horní Dolní, 123 45
 IČ: 999 9999

Toto prohlášení o shodě vydal na vlastní odpovědnost výrobce pro výrobek:

Napájecí zdroj KVolt
 Typ: 100 V/ 500 W
 Výrobní číslo: KV978-231

Výše popsany předmět prohlášení je ve shodě s harmonizačními právními předpisy Evropské unie:

- **EMC:** **2014/30/EU**
- **Bezpečnost:** **2014/35/EU**
- **RoHS:** **2011/65/EU**

Seznam použitých norem:

- ČSN EN 61010-1:1995
- ČSN EN 60065:2000
- ČSN EN 61000-4-2
- ČSN EN 61000-4-3
- ČSN EN 61000-4-4
- atd.

V Horní Dolní, dne 2. 2. 2017

Ing. Miroslav Chrabrý

Ředitel podniku

Dozor nad trhem

zajišťuje ČOI (Česká obchodní inspekce), nebo ČTÚ (Český telekomunikační úřad)

- ověřuje soulad označení CE
- prověřuje dokumentaci
- při nesouladu hradí náklady dozoru kontrolovaná osoba
- může nařídit stažení výrobku z trhu

Česká obchodní inspekce

z přehledu za rok 2016:

- celkový počet kontrol: 28229
- **90/ 2016 Sb.**, počet sankcí: 13
nejčastěji porušen §9 odst. 2 nebo §8 odst. 1
 - ad §9 označení CE, chybějící prohlášení o shodě, chybějící instrukce a bezpečnostní informace v českém jazyce
 - ad §8 výrobek nesplňující stanovené požadavky, nedodržení skladovacích podmínek
- **22/ 1997 Sb.**, počet sankcí: 1367
nejčastěji porušen §13 odst. 9
 - výrobek bez stanoveného označení,
 - výrobek nesplňující technické požadavky,
 - nedošlo k informování orgánu dozoru v případě, že se jednalo o výrobek ohrožující zdraví

RAPEX

Databáze nebezpečných výrobků:

- například na www.dtest.cz
- seznamy výrobků členěné do skupin
- možnost nahlášení nebezpečného výrobku - obvykle se týká 2014/35/EU

Žehlička AN-2001 / DI01 - úraz elektrickým proudem

Hlášení RAPEX 51/2016



Průřez vnějších a vnitřních vodičů je příliš malý a vodiče by se mohly přehřát.
Elektrická izolace není dostatečná.

Nařízení vlády k provedení zákona č. 90/2016 Sb.

- Nařízení vlády č. 616/2006 Sb., o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility
 - **ZRUŠENO**
 - Původně se vztahovalo k zákonu č. 22/1997 Sb.
 - Pro zařízení uvedená na trh před 20. dubnem 2016
- Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh
- Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh

Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.

Zařízení

- přístroj
funkční celek, který může být zdrojem elektromagnetického rušení
⇒ **elektrické přístroje**
- pevná instalace (jen pro EMC)
sestava několika přístrojů určená k trvalému používání na předem daném místě

Nevztahuje se např. na: radiová a telekomunikační zařízení, zařízení letecké techniky, zařízení, soupravy na míru pro profesionály k použití ve výzkumných a vývojových zařízeních...

Základní technické požadavky dle přílohy č. 1 NV117

1 Obecné požadavky

Zařízení musí být navržena a vyrobena tak, aby se s přihlédnutím k dosaženému stavu techniky zajistilo, že

- elektromagnetické rušení, které způsobují, nepřesáhne úroveň, za níž rádiová a telekomunikační zařízení nebo jiná zařízení nejsou schopna fungovat v souladu s určeným použitím, a
- dosahují úrovně odolnosti vůči elektromagnetickému rušení očekávanému při jejich provozu v souladu s určeným použitím, která jim umožňuje fungovat bez nepříjemného zhoršení provozu v souladu s určeným použitím.

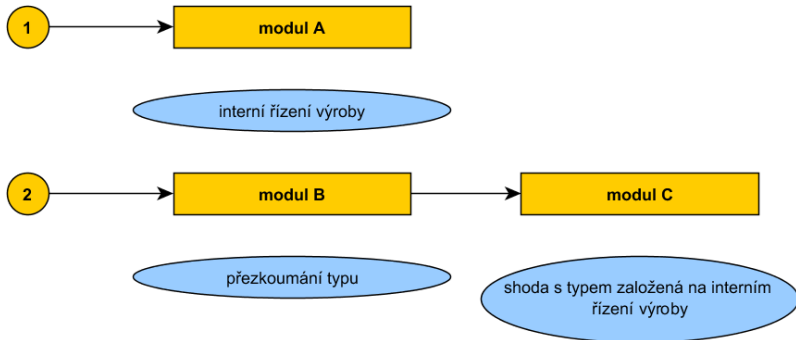
2 Zvláštní požadavky na pevné instalace

Pevná instalace musí být instalována s použitím pravidel správné praxe a s ohledem na údaje o určeném použití komponentů, aby byly splněny základní požadavky stanovené v bodě 1. **Pravidla správné praxe musí být zdokumentována a dokumentaci musí provozovatel instalace nebo jím pověřená osoba po dobu provozování instalace uchovat pro potřeby orgánů dozoru.**

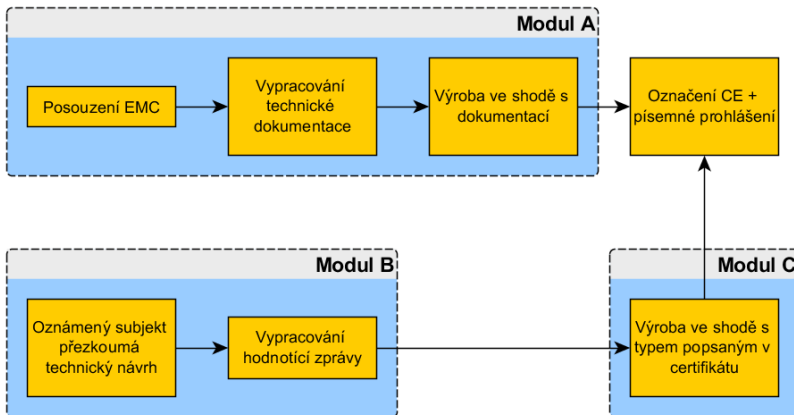
Pevná instalace

- Pevná instalace
je určitá sestava několika druhů přístrojů, případně prostředků, jež jsou zkompletovány, instalovány a určeny k trvalému používání na předem daném místě.
- Jak se posuzuje shoda?
Posouzení shody pevné instalace provádí provozovatel v případě, že:
 - se projeví známky nesouladu, zejména při poukazování na rušení,
 - Český telekomunikační úřad neshledá, že dokumenty předložené provozovatelem instalace nebo jím pověřenou osobou dostatečně prokazují shodu se stanovenými požadavky.
- Za pevnou instalaci zodpovídá z pohledu EMC provozovatel. Z pohledu bezpečnosti výrobce.

Posouzení shody



Posouzení shody



Obsah

- 1 Základní pojmy
- 2 Legislativa
- 3 Přehled zkoušek**
- 4 Způsoby omezování emisí
 - Nízkofrekvenční rušení
 - Vysokofrekvenční rušení
 - Elektrické filtry
- 5 Pevné instalace

Struktura normy EMC

- **Základní normy**

popis elektromagnetického prostředí a rušivých jevů, popis zkušebních a měřicích metod, požadavky na přístrojové vybavení vč. rozsahů zkušebních úrovní a měřicích rozsahů.

- **Kmenové normy**

požadovaná měření emisí a zkoušky odolnosti vč. mezí pro výrobky obecně v daném prostředí; odkaz na základní normy (metody a přístroje)

EN 61000-6-1: Odolnost (obytné prostředí)

EN 61000-6-2: Odolnost (průmyslové prostředí)

EN 61000-6-3: Emise (obytné prostředí)

EN 61000-6-4: Emise (průmyslové prostředí)

- **Výrobní normy**

požadovaná měření emisí a zkoušky odolnosti vč. mezí pro skupiny konkrétních výrobků v daném prostředí; odkaz na základní normy (metody a přístroje)

Harmonizace norem EMC

- **Harmonizované normy**

kmenové normy a vybrané výrobkové normy k použití pro posouzení shody s požadavky na ochranu podle příslušné evropské směrnice (nařízení vlády)

- **Evropská harmonizovaná norma**

zveřejnění v Úředním věstníku Evropské unie s odkazem na evropskou směrnici, k níž se norma vztahuje.

- **Česká harmonizovaná norma plně přejímá požadavky evropské harmonizované normy**

zveřejnění ve Věstníku ÚNMZ s odkazem na nařízení vlády, k němuž se norma vztahuje.

- **Základní normy nejsou harmonizované**

nejsou zde limity, určují metodiky měření, vybavení měřicího pracoviště apod.

Posuzování shody zařízení s použitím harmonizovaných norem:

Za splnění se považuje ten základní požadavek, k němuž se vztahuje harmonizovaná norma a zařízení příslušné ustanovení normy splňuje.

Přístup k předpisům

- **Právní předpisy**

- zákony jsou volně dostupné
- úřední věstník Evropské unie
- sbírka zákonů

- **České normy**

za poplatek k dispozici na stránkách UNMZ

- **Evropské normy**

lze také předplatit na UNMZ - velmi drahé

Obsah

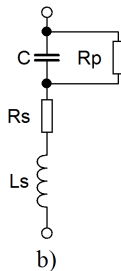
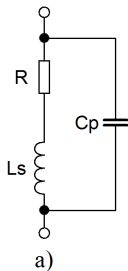
- 1 Základní pojmy
- 2 Legislativa
- 3 Přehled zkoušek
- 4 Způsoby omezování emisí**
 - Nízkofrekvenční rušení
 - Vysokofrekvenční rušení
 - Elektrické filtry
- 5 Pevné instalace

Nízkofrekvenční rušení

Vlastnosti:

- Mají nízkou frekvenci – omezené použití pasivních filtrů
- Způsobeny především proudy usměrňovačů

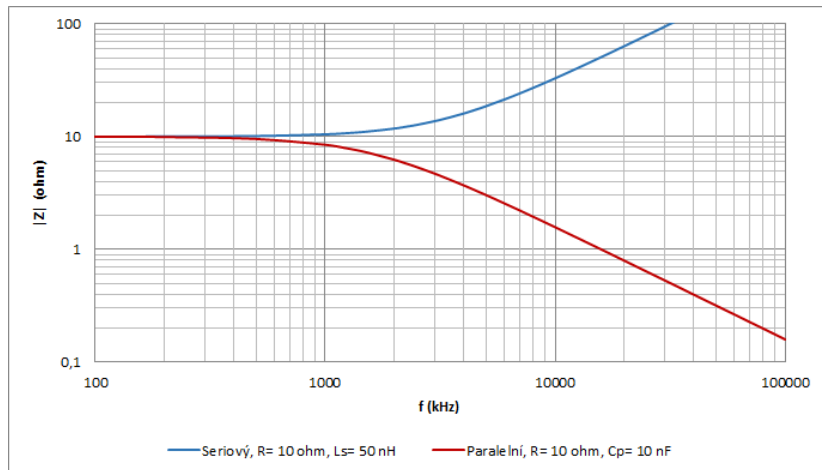
Vlastnosti pasivních součástí na vysokých frekvencích



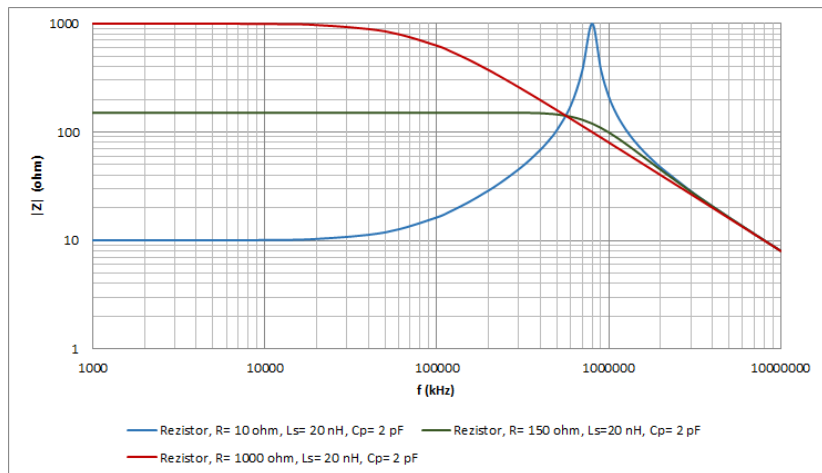
a) Rezistor nebo cívka

b) Kondenzátor

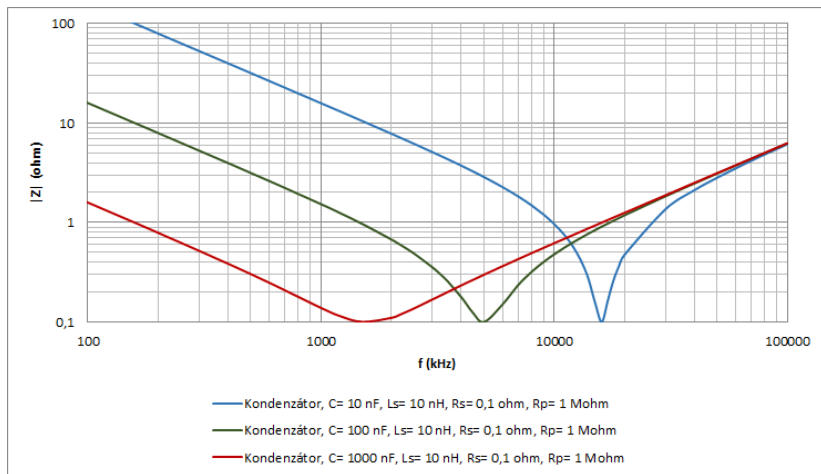
Typická závislost impedance



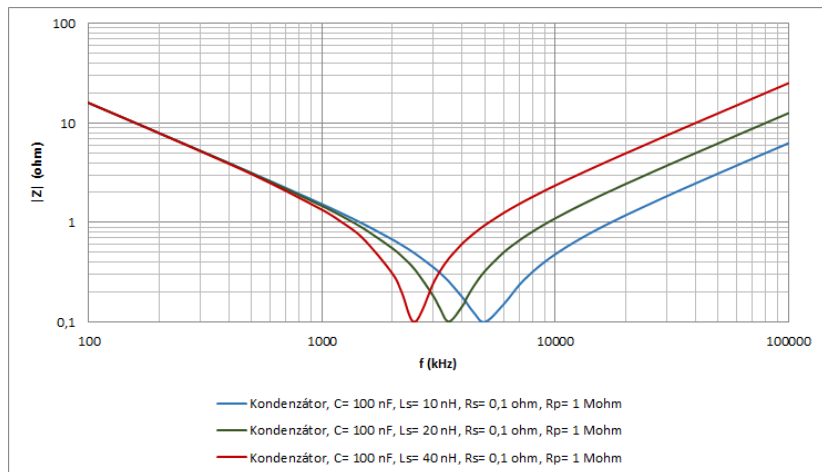
Rezistory různých hodnot



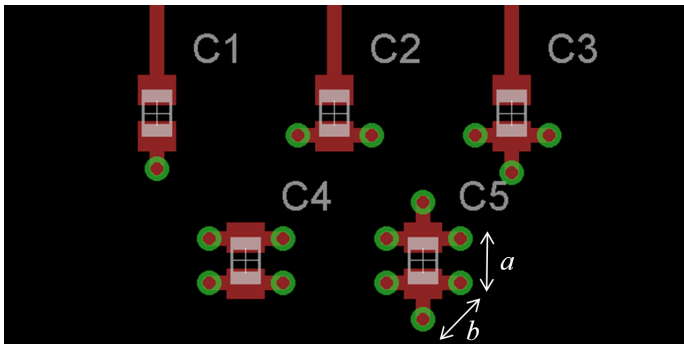
Kondenzátory různých hodnot



Vliv přívodů

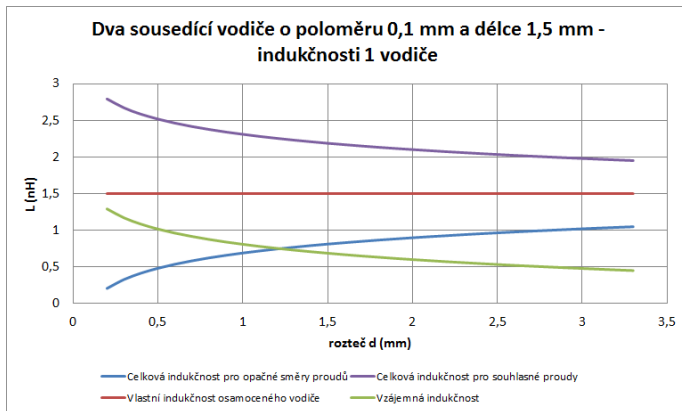


Blokovací kondenzátory



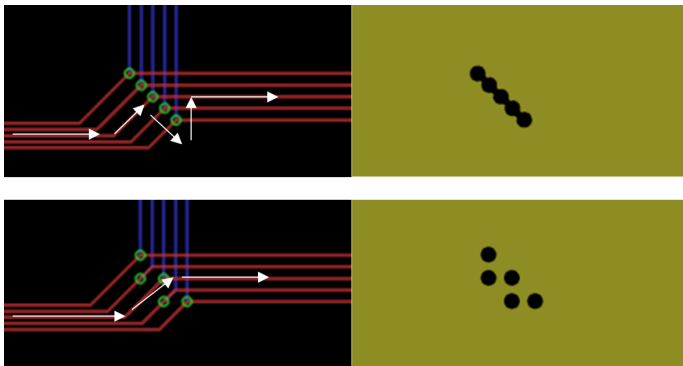
- Vlastní indukčnost přímého vodiče: $L_V \approx 1 \text{ nH/mm}$
- S rostoucí vzdáleností b a klesající vzdáleností a klesá vzájemná indukčnost mezi prokovy a tím i výsledná celková indukčnost.

Odhad indukčnosti prokůvů

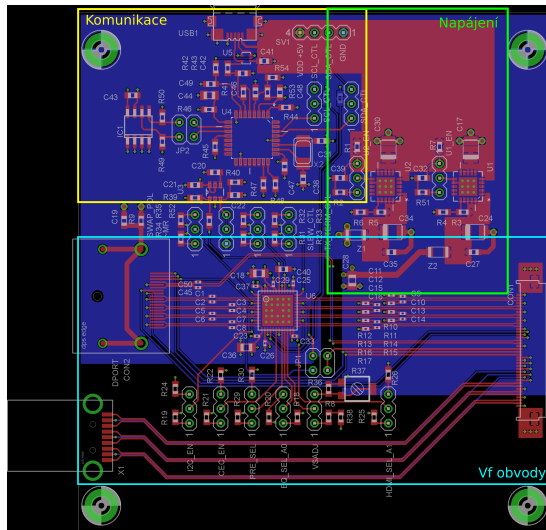


Zpětné proudy

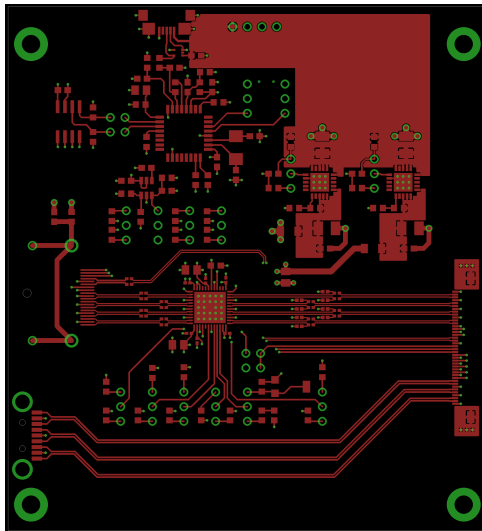
- nevhodné a vhodné odbočení více vodičů
- prokovy umístěné blízko sebe vytvářejí mezeru ve vodivé cestě



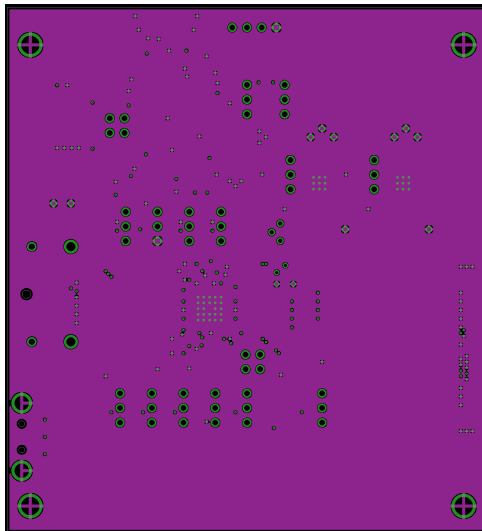
Rozvržení DPS - Příklad



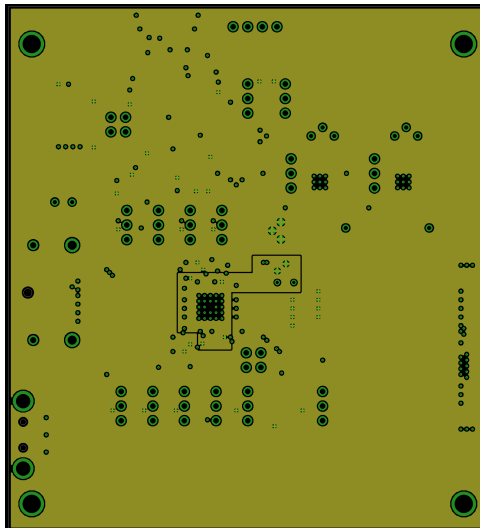
Rozvržení DPS - Příklad TOP = Rychlé signály



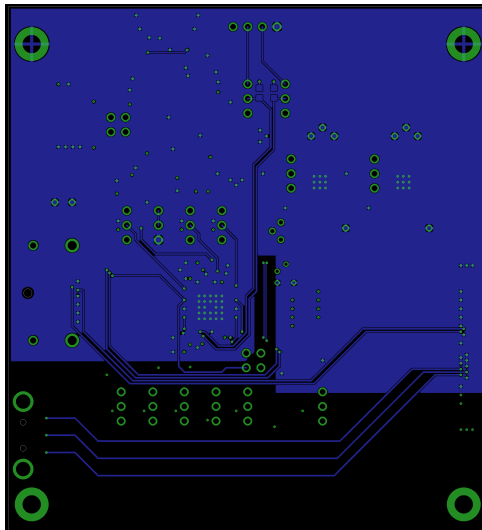
Rozvržení DPS - Příklad IN2 = GND



Rozvržení DPS - Příklad IN3 = Napájení



Rozvržení DPS - Příklad BOT = Pomalé signály



Elektrické filtry

Návrh:

- obvykle pro frekvence nad 150 kHz
- účinnost filtru značně závisí na vstupní (zdroj) a výstupní (zátěž) impedanci
- účinnost je posuzována dle vložného útlumu
- používáme návrhový software nebo tabulky dle pro daná toleranční pásma

Vložný útlum

$$U_{Z1} = U_S \cdot \frac{Z_Z}{Z_Z + Z_S} \quad (1)$$

$$U_{Z2} = U_S \cdot \frac{Z_Z}{Z_Z + Z_S + Z_F} \quad (2)$$

Vložný útlum:

$$A_{UF} = 20 \cdot \log \left(\frac{Z_Z + Z_S + Z_F}{Z_Z + Z_S} \right) \quad (3)$$

Síťové filtry

Odlišnosti:

- zpracovávají relativně velké pracovní proudy
- pracují na nízkém napětí = nároky na bezpečnost
- impedance sítě případně zátěže v daném frekvenčním pásmu není obvykle známa
- podle ČSN CISPR 17 je útlum filtru měřen pro zakončovací impedance 50Ω nebo 75Ω (Standardní metoda)

Kompenzovaná tlumivka - Common-Mode Choke

- není přesycována pracovním proudem
- hodnota indukčnosti může být velmi vysoká (mnoho závitů)
- potlačuje pouze souhlasnou složku rušení

Obsah

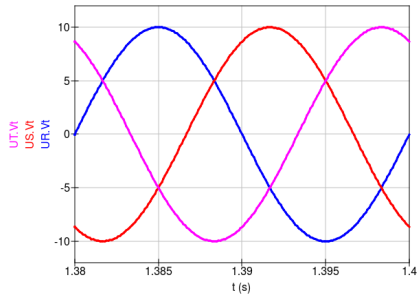
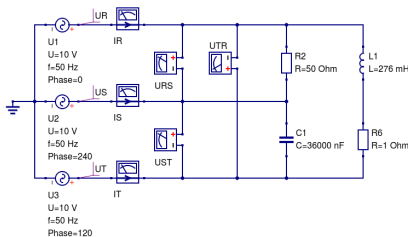
- 1 Základní pojmy
- 2 Legislativa
- 3 Přehled zkoušek
- 4 Způsoby omezování emisí
 - Nízkofrekvenční rušení
 - Vysokofrekvenční rušení
 - Elektrické filtry
- 5 Pevné instalace**

Vliv harmonických složek na zařízení

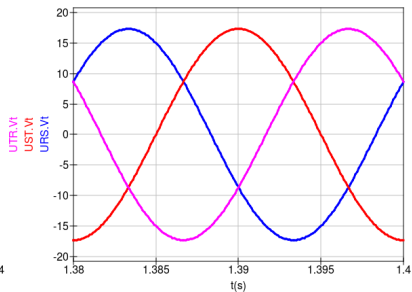
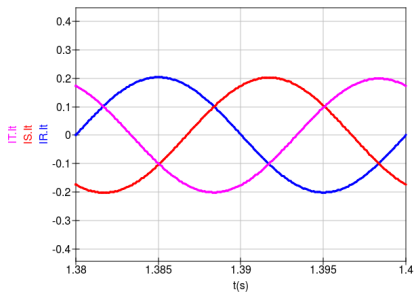
Napěťová a proudová nesymetrie 3f soustavy

Symetrizační Steinmetzův obvod

Symetrizační obvod - Příklad



Symetrizační obvod - Příklad



Přepětí

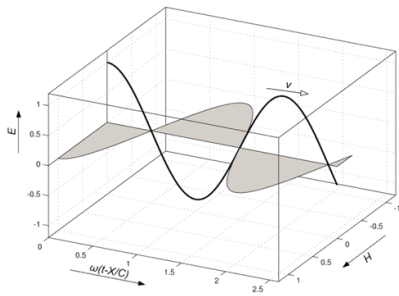
Zemnění

Vedení kabelů

Připojování filtrů

Vyzařování

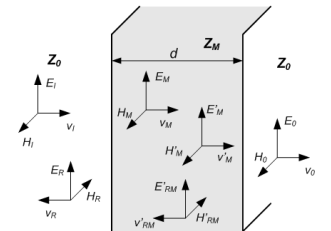
- Materiálové konstanty: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-12} \text{ H/m}$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
- Hustota výkonu: $W = \frac{1}{2} \cdot E \times H = \frac{1}{2} \cdot \frac{E^2}{Z} = \frac{1}{2} \cdot Z \cdot H^2$
- Vlnová impedance: $Z = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma + j\omega\epsilon}}$
- Pro vzduch: $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$



Stínění

- lze definovat jako lokalizaci elmag. pole v ohraničeném prostoru
- účelem je odstranit z okolí citlivého zařízení rušivé pole
- stíněný prostor je ohraničen mechanickým krytem
- součástí jsou i filtry a oddělovací obvody pro potlačení rušení z procházejících vodičů
- podle rušivého elmag. pole na které je stínění účinné dělíme stínění:
 - elektrostatické
 - magnetostatické
 - elektromagnetické

Stínění



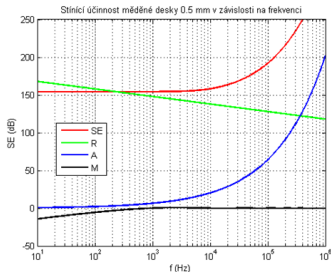
Účinnost stínění:

$$SE = 20 \lg \frac{H_I}{H_o} = 20 \lg \frac{E_I}{E_o}$$

$$SE = 20 \cdot \lg \left(\underbrace{\frac{(Z_0 + Z_M)^2}{4Z_0 \cdot Z_M}}_{R \text{ (dB)}} \cdot \underbrace{e^{\frac{d}{\delta}}}_{A \text{ (dB)}} \cdot \underbrace{\left(1 - \left(\frac{Z_0 - Z_M}{Z_0 + Z_M} \right)^2 \cdot e^{-2 \cdot \frac{d}{\delta}} \right)}_{M \text{ (dB)}} \right)$$

R (dB) + A (dB) + M (dB)

- ☐ R... útlum odrazem
- ☐ A... útlum absorpcí
- ☐ M... vliv mnohonásobných odrazů



Stínění

Na vysokých frekvencích roste hodnota Z_M :

$$Z_M = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma + j\omega\epsilon}} \approx \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma}} \quad (4)$$

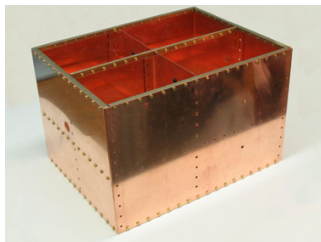
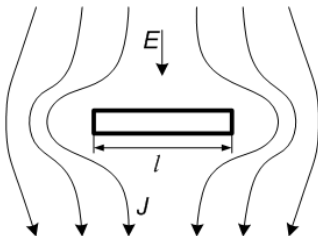
Absorpční útlum nabývá na významu - požadujeme nízkou hodnotu hloubky vniku: $\delta = \frac{2 \cdot \sigma}{\omega\mu}$

kmitočet	hloubka vniku δ				
	měď	hliník	uhlíková ocel	trafoplech	Permalloy
50 Hz	9,5 mm	13 mm	3,2 mm	2,2 mm	0,5 mm
500 Hz	3 mm	4 mm	1 mm	0,71 mm	0,16 mm
5 kHz	0,95 mm	1,3 mm	0,32 mm	0,22 mm	50 mm
50 kHz	0,3 mm	0,4 mm	0,1 mm	71 mm	40 mm
500 kHz	95 mm	0,13 mm	30 mm	50 mm	30 mm
5 MHz	30 mm	40 mm	15 mm	35 mm	25 mm
50 MHz	9,5 mm	13 mm	10 mm	22 mm	20 mm
500 MHz	3 mm	4 mm	7 mm	15 mm	15 mm

Otvory ve stínění

Důvody:

- montážní, větrání, průhledy
- průchodky pro kabely



- vířivé proudy procházející stěnami krytu by měly procházet i spojem, spojitě po jeho délce
- existence oblastí spoje, které nejsou vodivě propojeny vede ke snížení účinnosti krytu

Otvory ve stínění

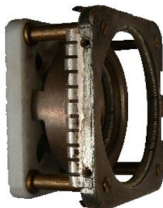
Pro útlum štěrby lze psát:

$$b(dB) = 20 \cdot \log \left(\frac{\lambda}{2 \cdot l} \right) \quad (5)$$

- mnoho šroubových spojů umístěných blízko sebe
- kvalitní spojení nejčastěji zajištěno pružnými kontaktními lištami:

na uzemněném dílu vf. obvodu

na víku
stínicího
krytu



na zásuvném bloku

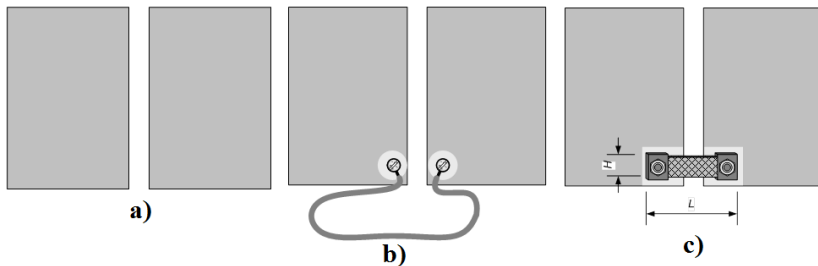
Provedení konstrukčních částí

Konstrukční prvky plní řadu funkcí:

- mechanické - nosné
- ochrana osob nebo zařízení, krytí
- zemnění
- ochranné pospojování a pospojování EMC - **stínění**

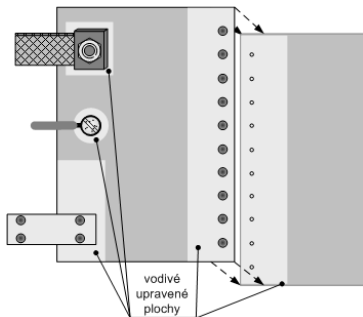
Problematika propojování

- a) nepropojeno
- b) nf propojení - bezpečnostní pospojování
- c) vf propojení - EMC pospojování



Problematika propojování

- přípojná místa musí být bez nátěru, rzi, nečistot apod.
- pásková propojení mají nižší indukčnost
- pro vodivé spojení pohyblivých částí je vhodná plochá pletená propojka



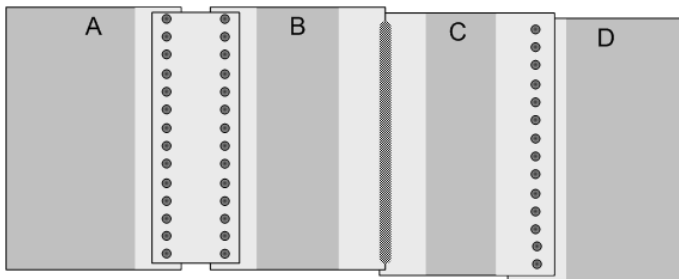
Variety propojování

Minimalizace mezer:

A-B Překlátování vodivým pásem

B-C Svařované díly

C-D Vzájemné překlátování spojovaných dílů



Variety propojování

Malé rozestupy mezi propoji:

A-B Pletené propojky - lze i pro pohyblivé části

B-C Řada vodičů kruhového průřezu - pro pohyblivé součásti licnu

C-D Řada pásků - menší indukčnost než kruhový průřez

