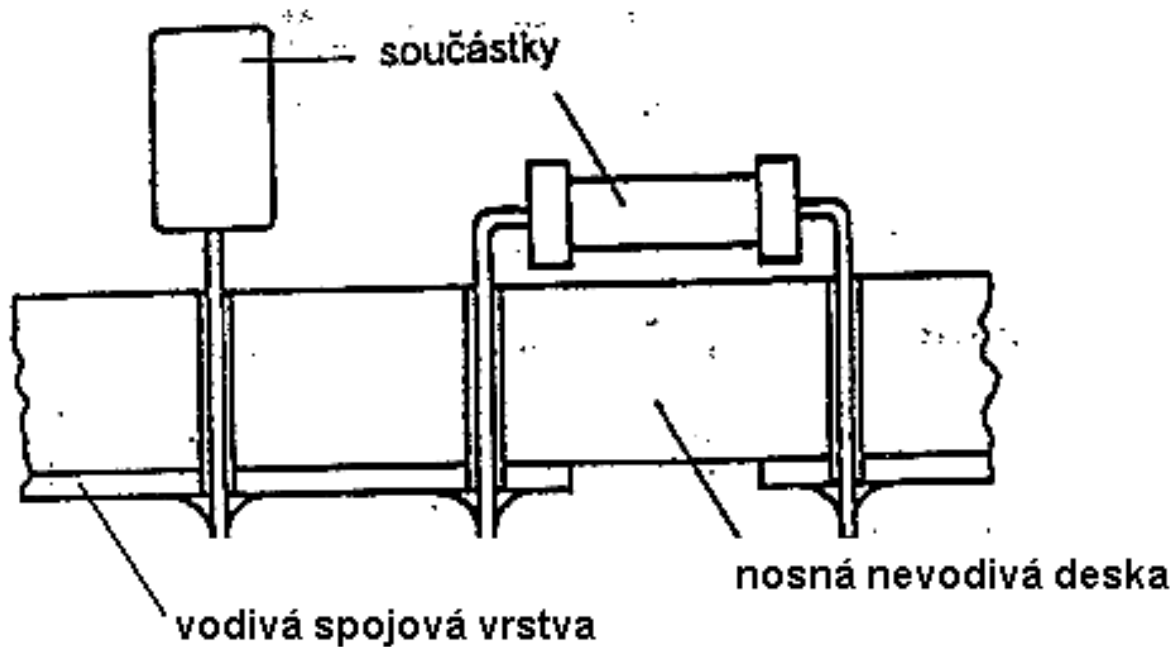


PLOŠNÉ SPOJE



Součástky jsou upevněny na nosné desce, obvykle pájením za vývody

Propojení je provedeno vodivými cestami, které jsou připraveny na nosné desce a jsou její součástí

Izolační deska je součástí obvodu, je zároveň nosičem součástek i propojovací sítí vodičů

PLOŠNÉ SPOJE

Technologie plošných spojů

výhody

- nosič součástek a propojovací síť tvoří konstrukční jednotku
- zvyšuje se reprodukovatelnost obvodů a jejich dosahovaných parametrů.
Dobře provedené plošné spoje téměř vylučují možnost chybného propojení součástek, parazitní parametry spojů jsou definovány spojovým obrazem a jsou též u stejných desek konstantní
- užitím plošných spojů se zvyšuje mechanická stabilita a spolehlivost realizovaných obvodů
- plošné spoje umožňují zvýšení hustoty montáže součástek, je možné automatické osazování a hromadné pájení

nevýhody

- nutnost planární topologie spojového obrazce – spoje musí být vytvořeny v jedné nebo několika spojových rovinách, spoje v jedné rovině se nemohou křížit – na deskách plošných spojů se špatně provádí stínění, plošné spoje vykazují nežádoucí kapacitní a indukční vazbu
- při použití plošných spojů lze těžko provádět dodatečné změny v obvodu, je omezena i opravitelnost obvodů, zejména rizikem poškození desky a spojů

Elektrické vlastnosti desky s plošnými spoji

elektrická pevnost
proudová zatížitelnost
ohmický odpor
kapacita
indukčnost

Elektrická pevnost spojů na desce s plošnými spoji je určena průrazným napětím mezi spoji na povrchu desky, napětí způsobující průraz samotné desky je obvykle daleko vyšší. Průrazné napětí na povrchu desky je závislé na šířce mezer mezi spoji a kvalitě jejich okrajů.

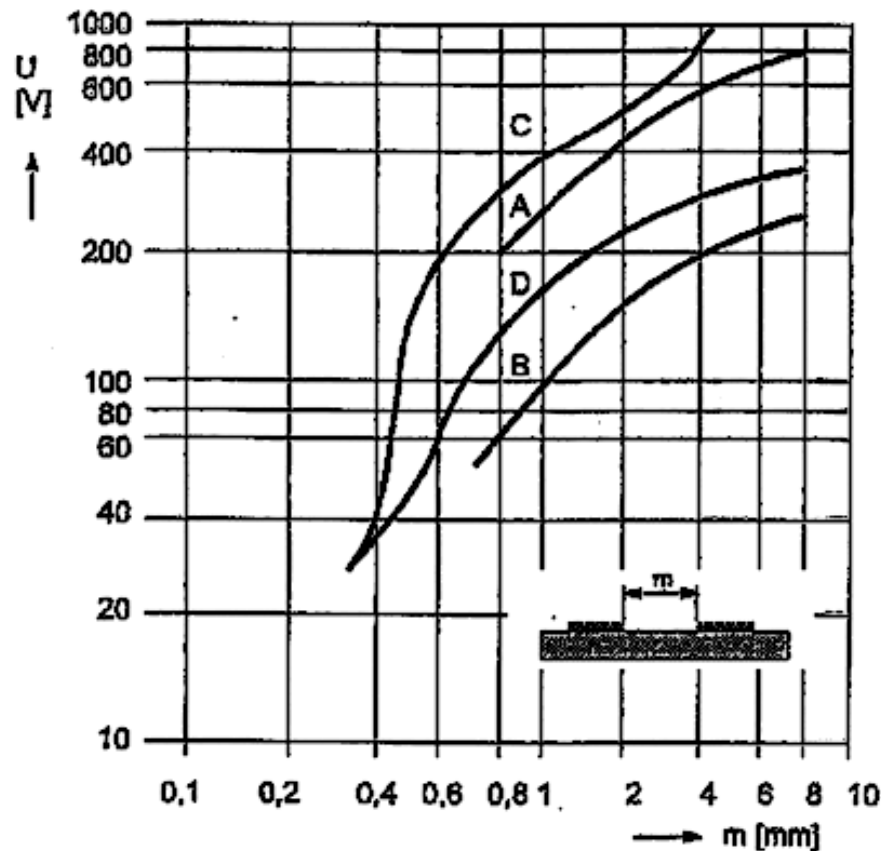
Minimální doporučená šířka mezery pro laminátovou desku pracující za normálních podmínek

Meze ss napětí(V)	<50	50-150	150-300	300-500	>500
Mezera (μ m/V)	0,4	0,7	1,3	2,6	5
Mezera (mm)	0,02	0,1	0,4	1,3	2,5

Vyžaduje pozornost u zařízení tř. 2, která jsou zkoušena 4 kV/1 min

⇒ vzdálenost 20 mm, nebo prosekat desku

ZÁVISLOST NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH

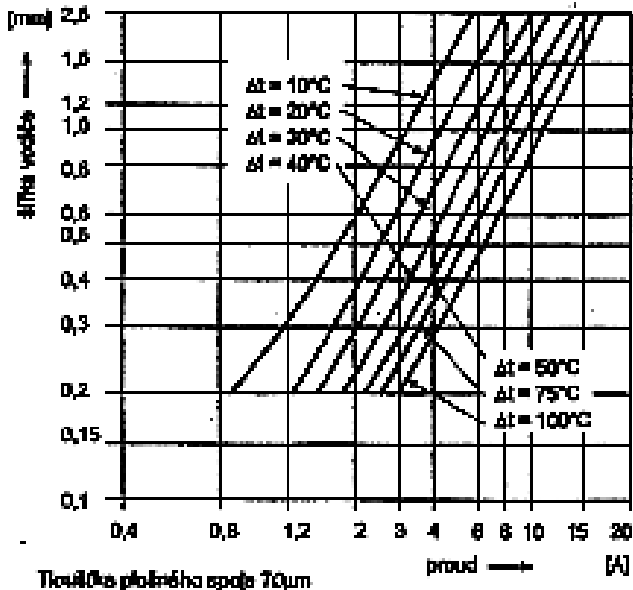
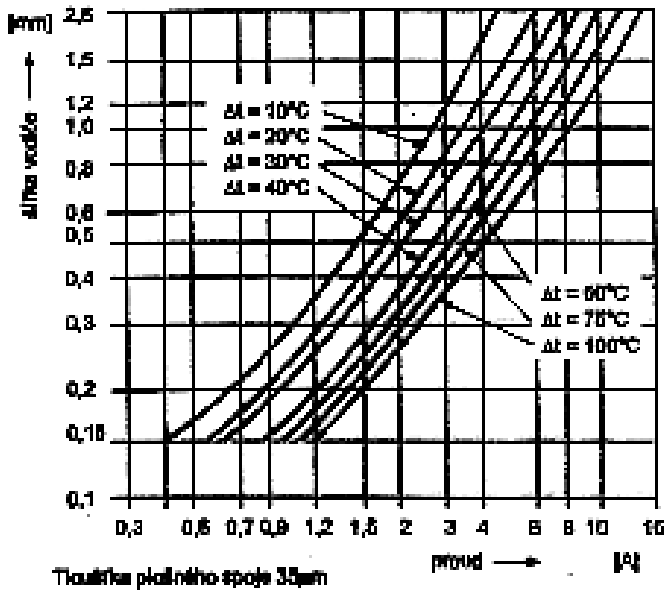


Závislost jmenovitého napětí mezi plošnými spoji na šířce izolační mezery (tloušťka Cu fólie 35 μm). A - spoje nelakované, do výšky 3 000 m, B - spoje nelakované, do výšky 15 000 m, C - spoje lakované, do výšky 3 000 m, D - spoje lakované, do výšky 15 000 m.

Proudová zatížitelnost

Doporučované zatížení

Šířka plošného spoje [mm]	Mezní proud [A]	Dovolený proud [A]
1,0	5	0,8
1,5	10	1,2
2,0	12	1,6
3,0	15	2,4
6,0	23	4,8



Šířka spoje v závislosti na procházejícím proudu pro tloušťky měděné fólie 35µm a 70µm

$$R=17,3 \frac{l(m)}{S(mm^2)} [m\Omega] = 0,5\Omega/m$$
 pro šířku 1mm a tloušťku 35 um

Kapacita vodičů plošného spoje

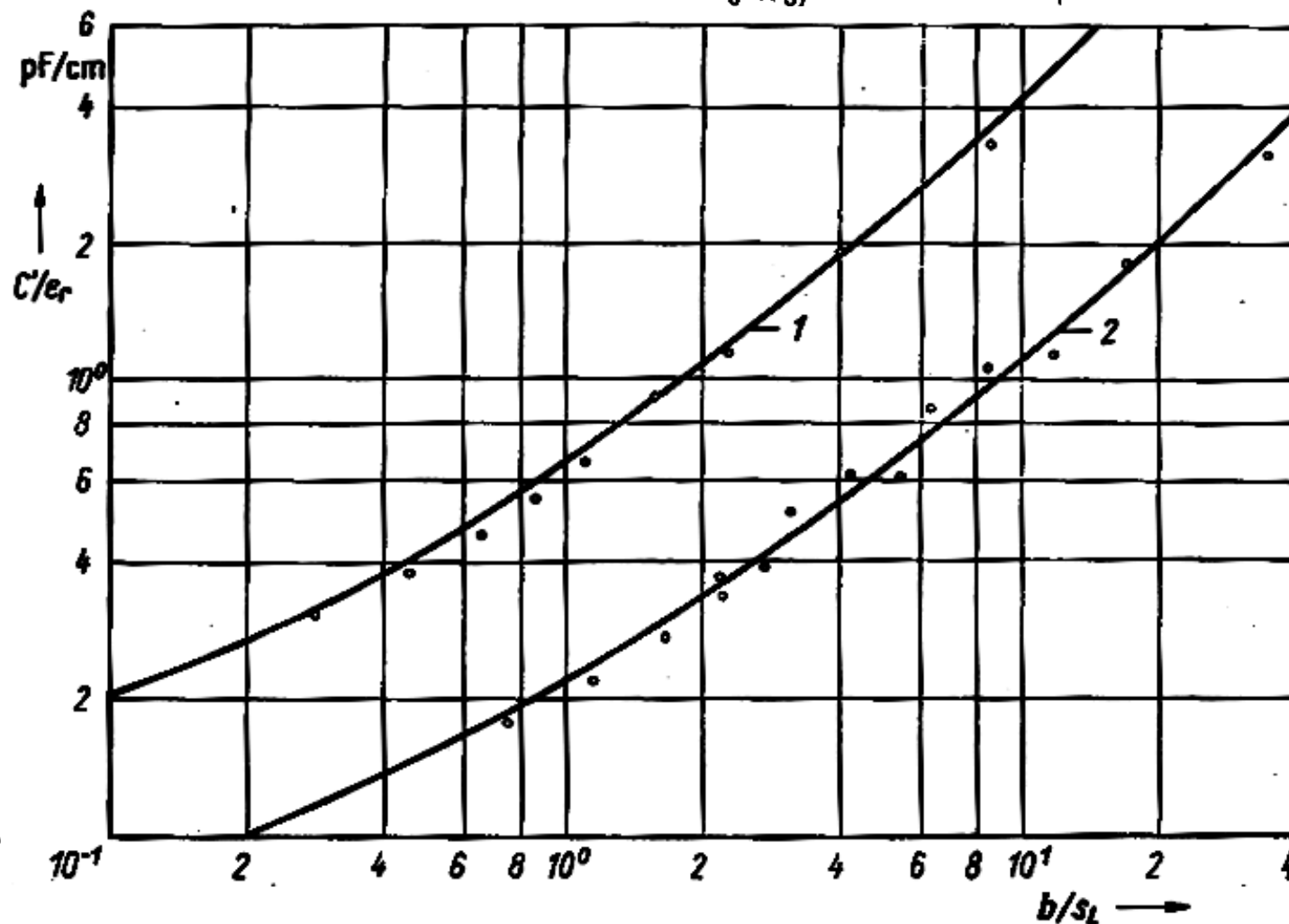
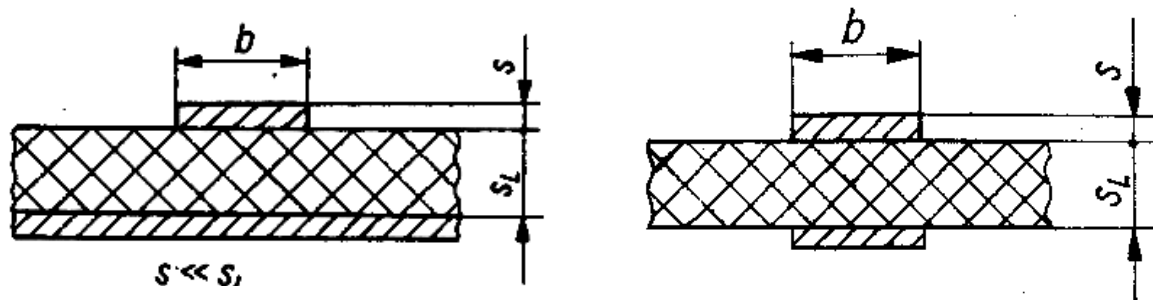


Bild 3.122. Kapazitätsbelag für Microstrip- und Stripline-Leitungen

1 mm šířka $C/l = 2\text{pF/cm}$

Indukčnost vodičů plošného spoje

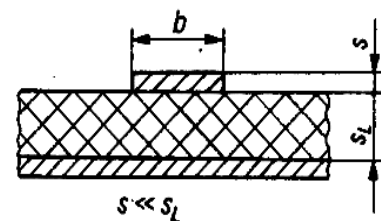
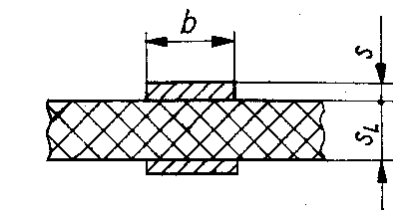
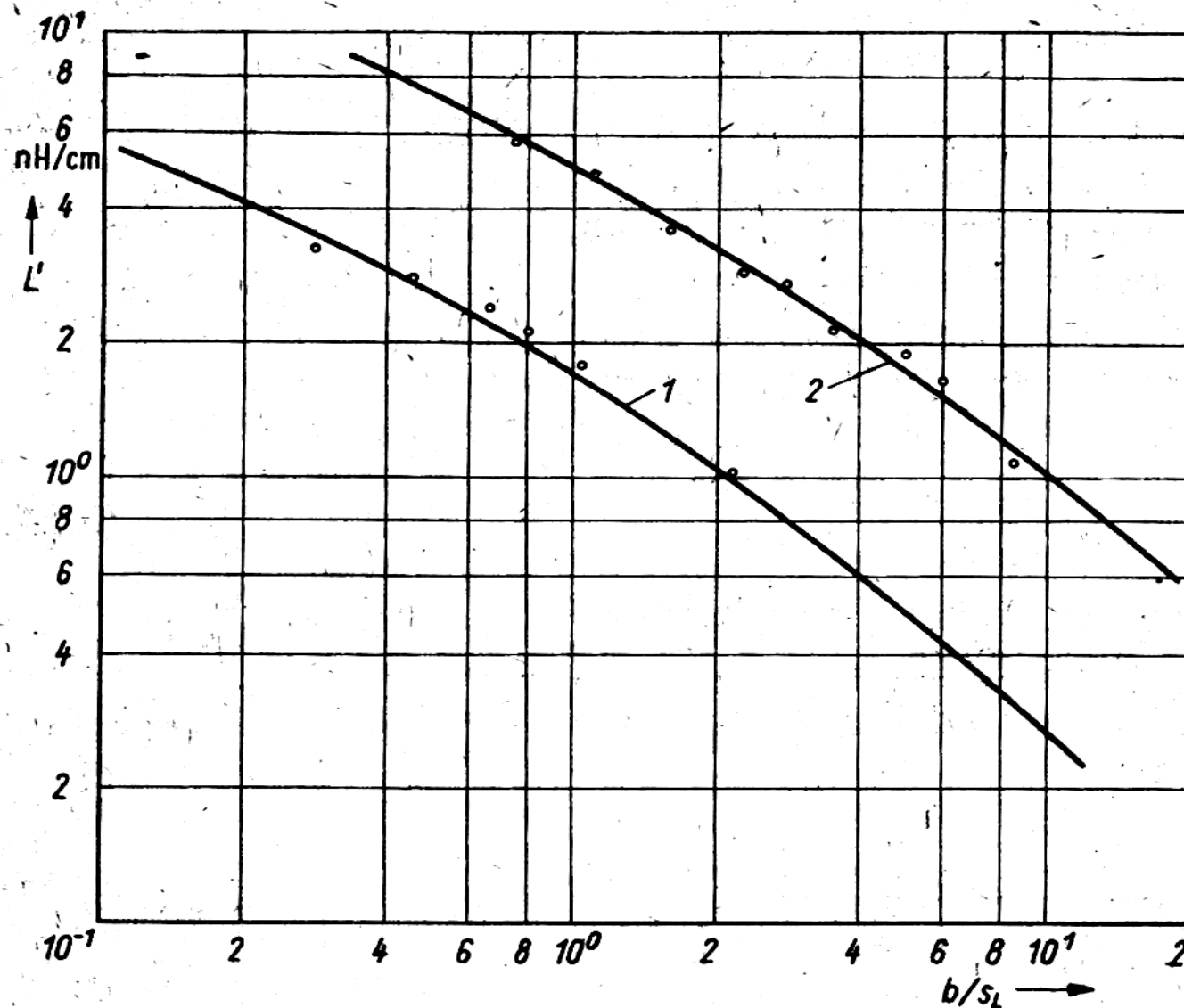
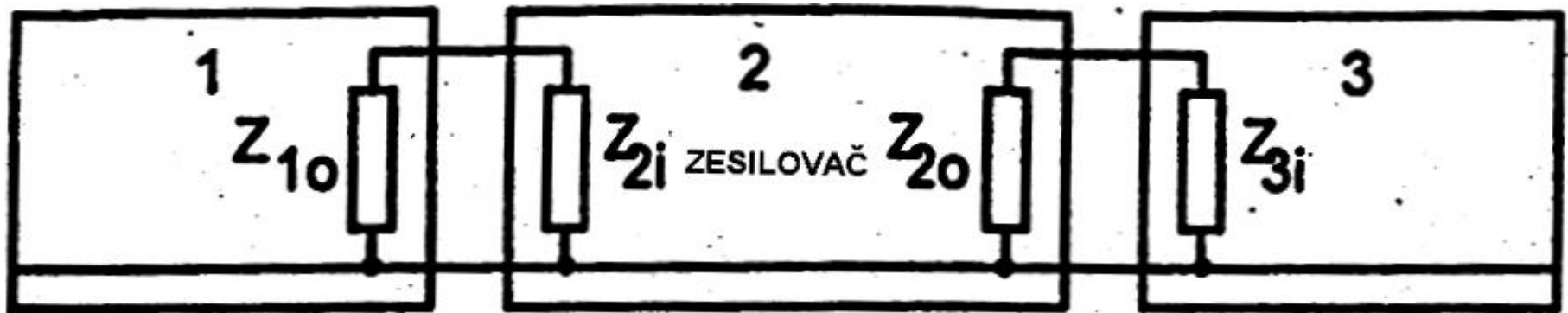


Bild 3.125. Induktivitätsbelag für Microstrip¹ und Stripline-Leitungen²

1 mm šířka $L/l = 3$ nH/cm

PARAZITNÍ VAZBY

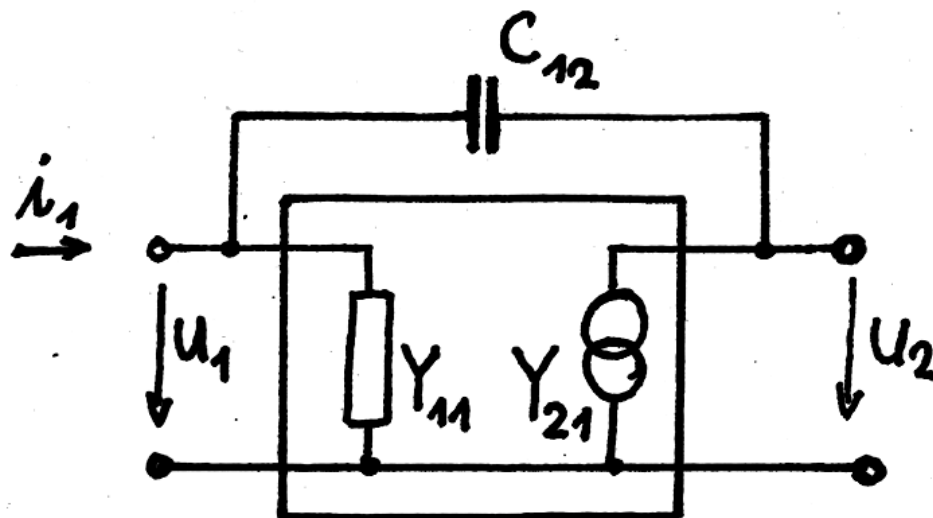


Projevují se zejména tam, kde jsou zesilovače s velkým zesílením

Na vstup se dostává: odněkud rušivý signál
zlomek signálu z výstupu

Čím je zesílení zesilovače větší, tím menší úroveň parazitního signálu stačí k velkým potížím

KAPACITNÍ VAZBA



Komplexní zesílení

$$u_2 = Au_1$$

Vstupní admitance

$$Y_{vst} = \frac{i_1}{u_1}$$

$$i_1 = Y_{11}u_1 - j(u_2 - u_1)\omega C_{12}$$

$$i_1 = Y_{11}u_1 - j(Au_1 - u_1)\omega C_{12}$$

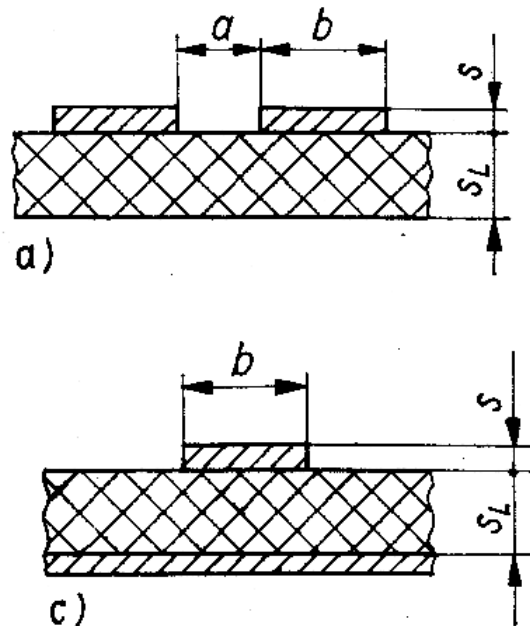
$$Y_{vst1} = Y_{11} - j(A - 1)\omega C_{12}$$

**A je záporné protože zesilovač obvykle obrací fázi
fázový posuv- zpoždění- má zápornou imaginární složku
potom $-j*j$ je kladné,**

$$Y_{vst} = Y_{11} - konst.\omega C_{12}$$

**Y_{vst} může být záporné a obvod je potenciálně nestabilní (záleží na tom,
co se zapojí na vstup) aby Y_{celkem} byl kladný**

KAPACITA NA PLOŠNÝCH SPOJÍCH



KAPACITA MEZI SPOJI

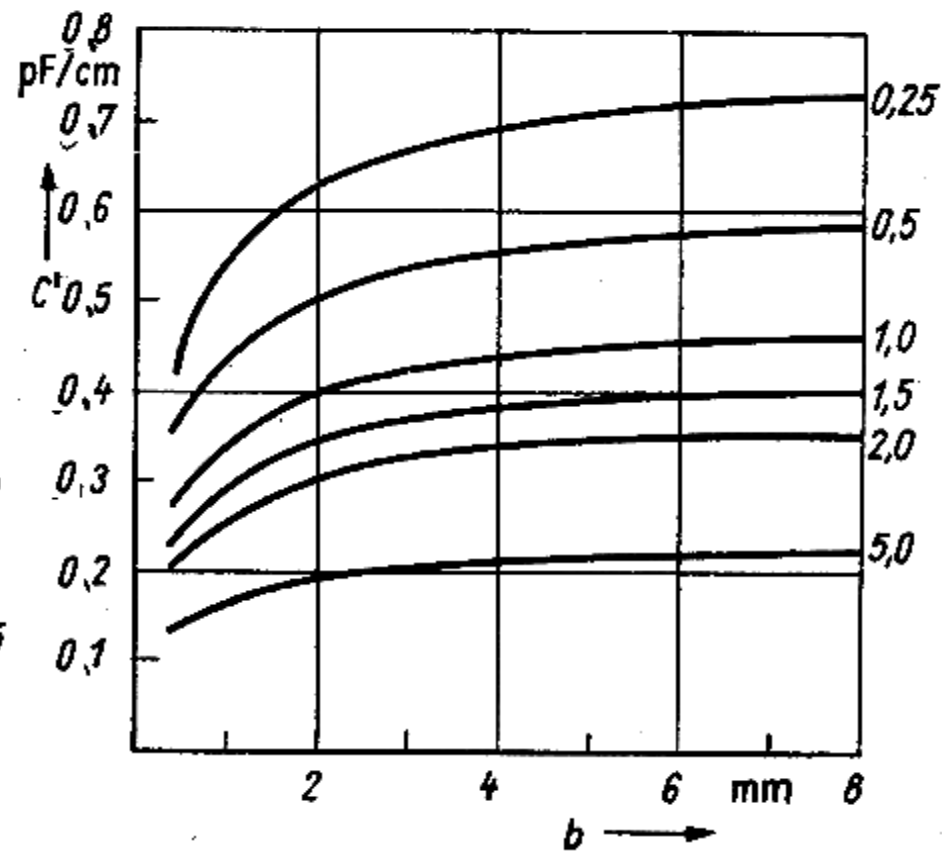
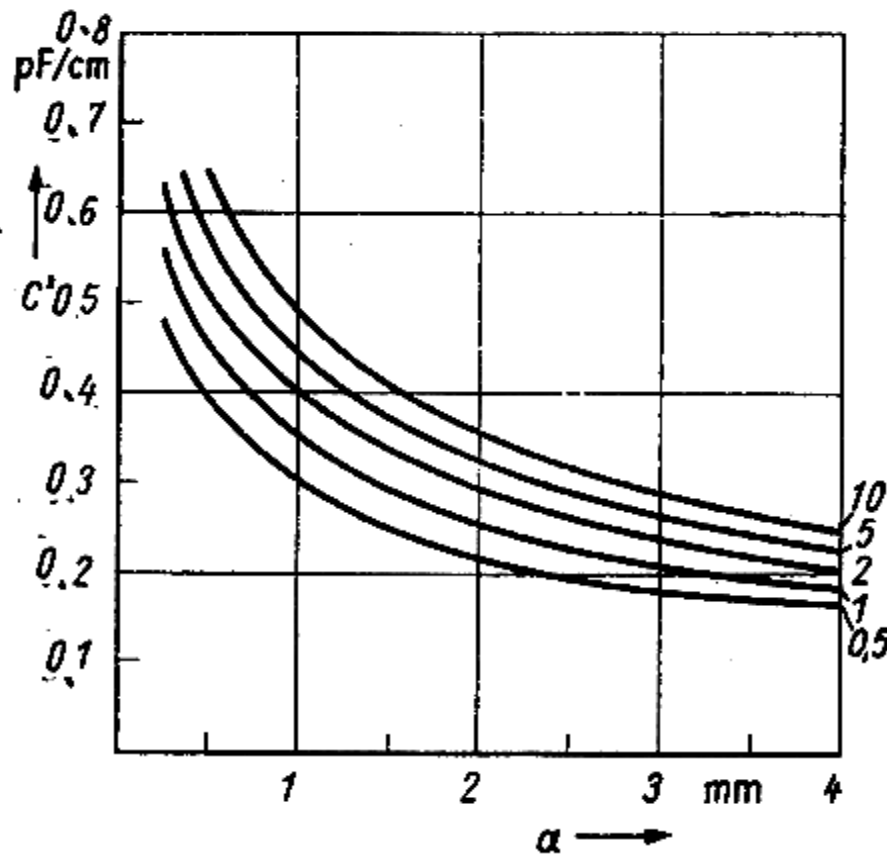
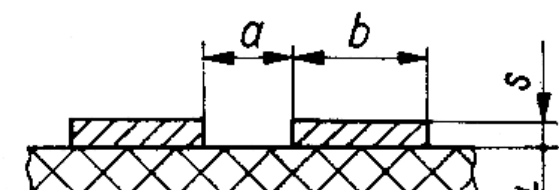


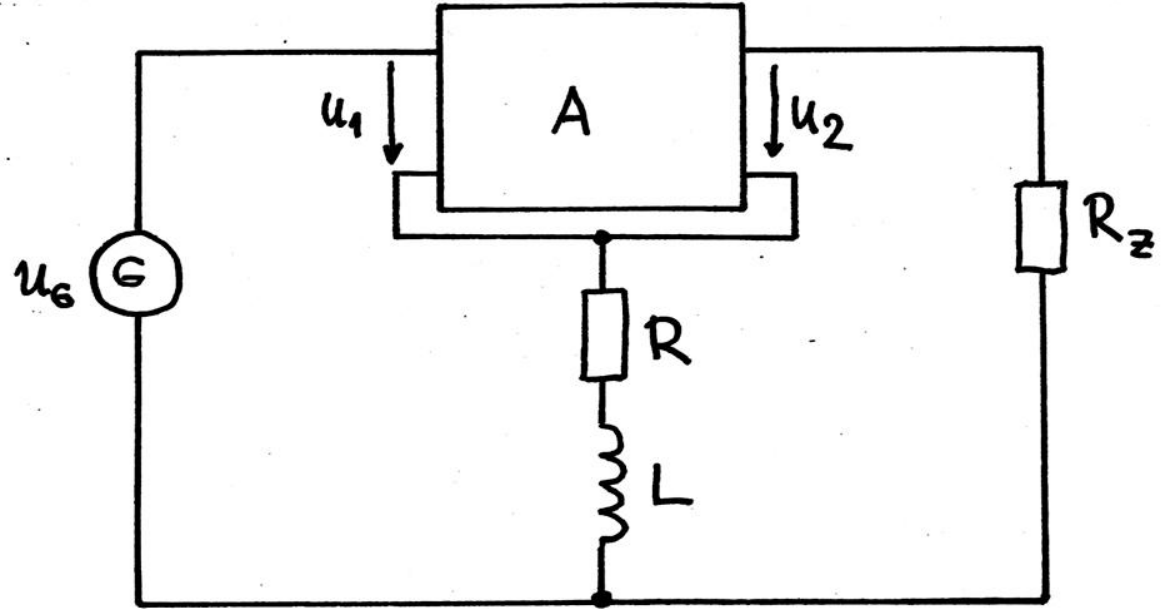
Bild 3.120. Kapazitätsbelag zwischen zwei parallel geführten Leiterzügen
 $s_L 1,5 \text{ mm}$ $\epsilon_r = 5,5$

linkes Bild: Parameter b in mm; rechtes Bild: Parameter a in mm

PARAZITNÍ VAZBA ZEMNÍM SPOJEM

$$u_G = u_1 - \frac{u_2(R + j\omega L)}{R_z + R + j\omega L}$$

$$u_2 = Au_1$$



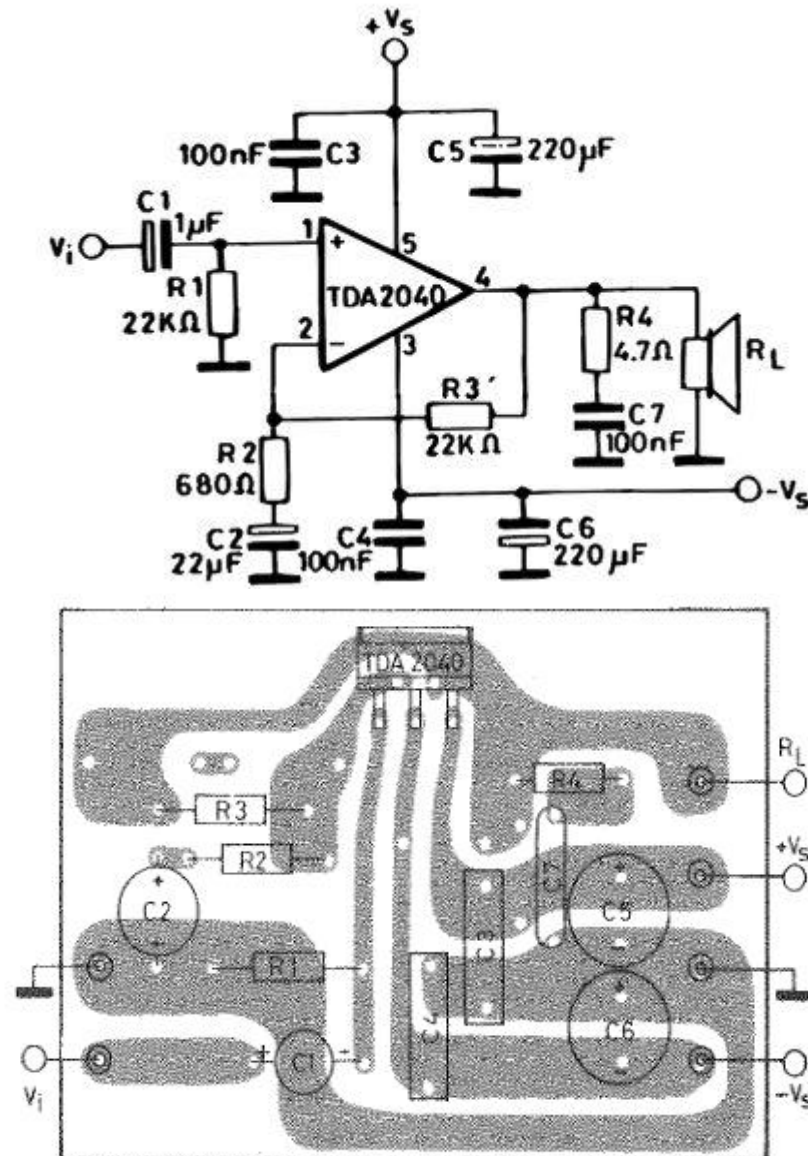
$$u_G = \frac{u_2}{A} - \frac{u_2(R + j\omega L)}{R_z + R + j\omega L} = u_2 \left(\frac{1}{A} - \frac{(R + j\omega L)}{R_z + R + j\omega L} \right)$$

$$A_1 = A - 1$$

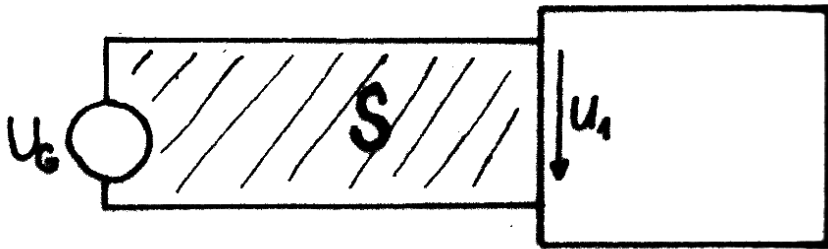
$$\frac{u_2}{u_G} = \frac{A_1(R_z + R + j\omega L)}{R_z - A_1(R + j\omega L)}$$

ve jmenovateli může být 0, pak to kmitá (A je komplexní).
nebezpečná je situace pro velké A, L, ω , malé R_z

PARAZITNÍ VAZBA ZEMNÍM SPOJEM je nejnebezpečnější u zesilovačů s velkým zesílením a malou zatěžovací impedancí = **NF koncové zesilovače**



RUŠENÍ INDUKOVANÝM NAPĚTÍM

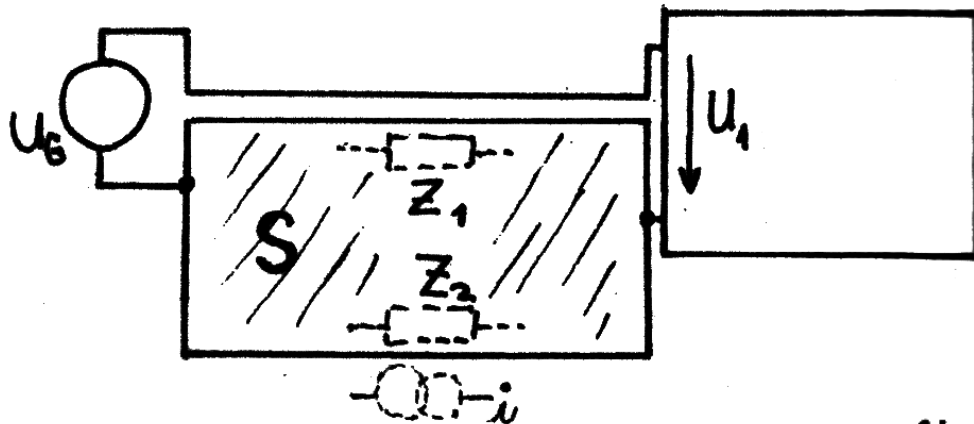


Propojení zkroucenou dvojlinkou

$$U_1 = U_G + u$$

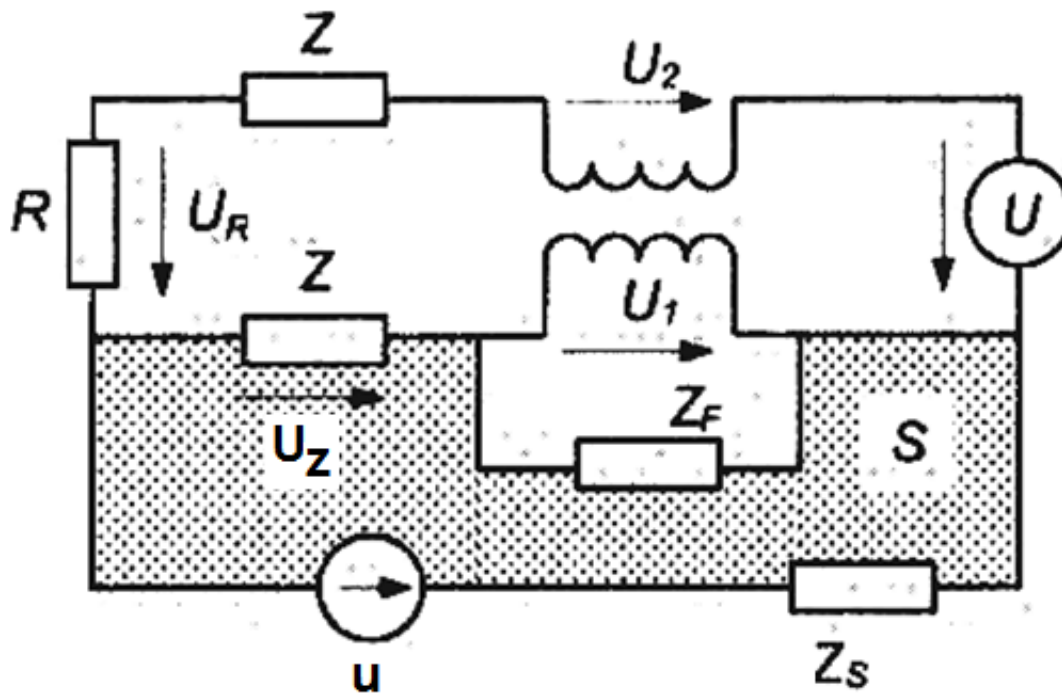
$$u = 4,44 fBSN$$

RUŠENÍ ZEMNÍ SMYČKOU



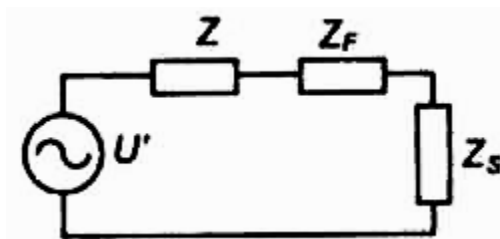
$$u = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} 4,44 fBSN$$

POUŽITÍ FERITOVÉHO TRANSFORMÁTOROVÉHO FILTRU



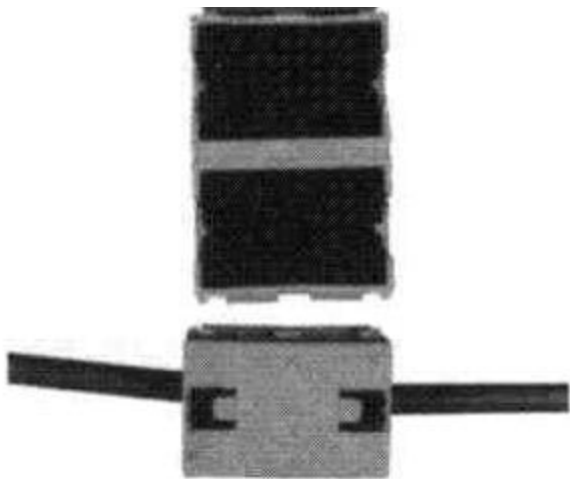
$$U_1 = U_2$$

$$U = U_R + U_Z$$



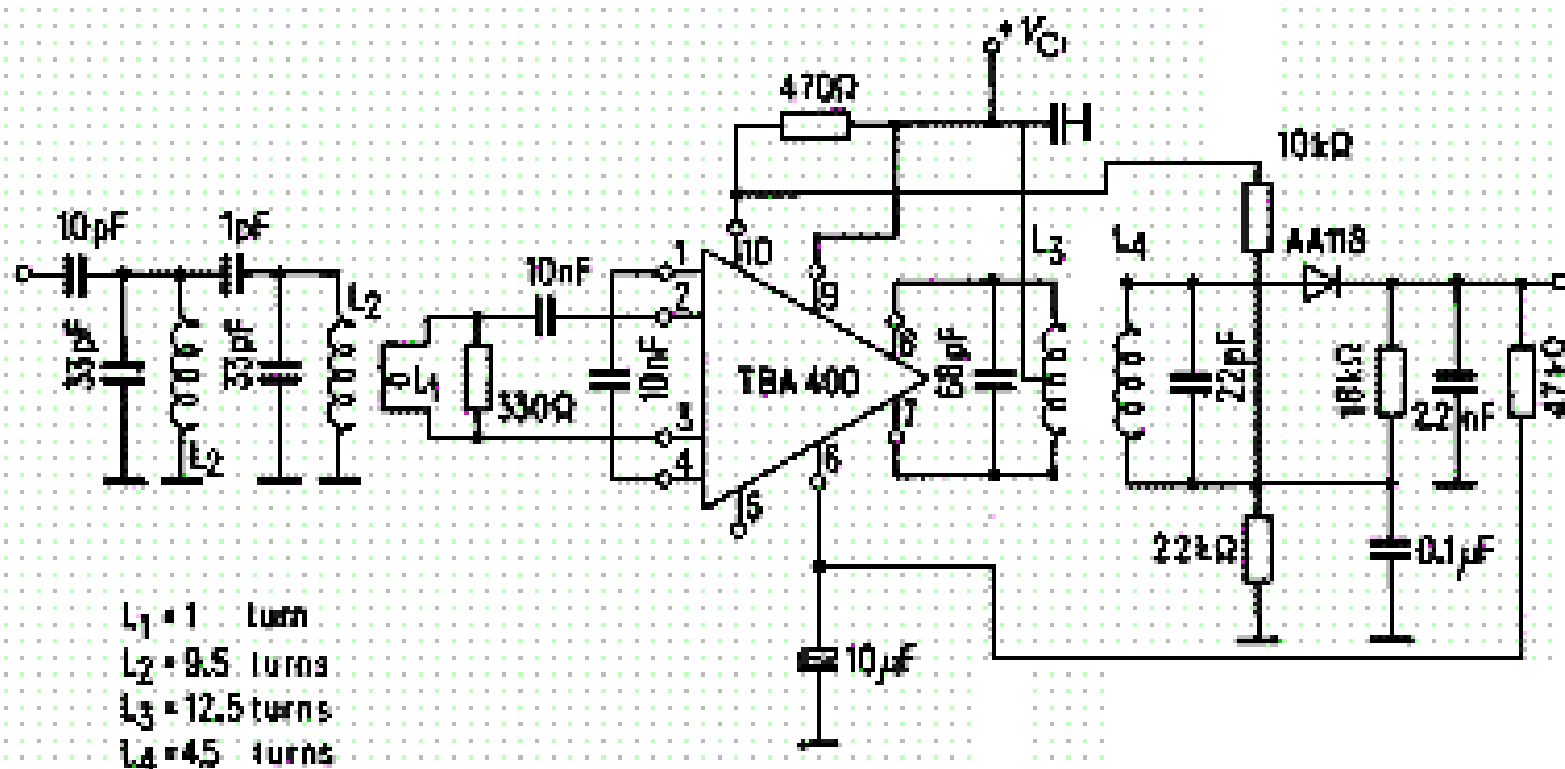
$$U_Z = \frac{Zu}{Z + Z_F + Z_S}$$

Při vzrůstu Z_F hodnota U_Z klesá



SYMETRICKÉ PROPOJENÍ

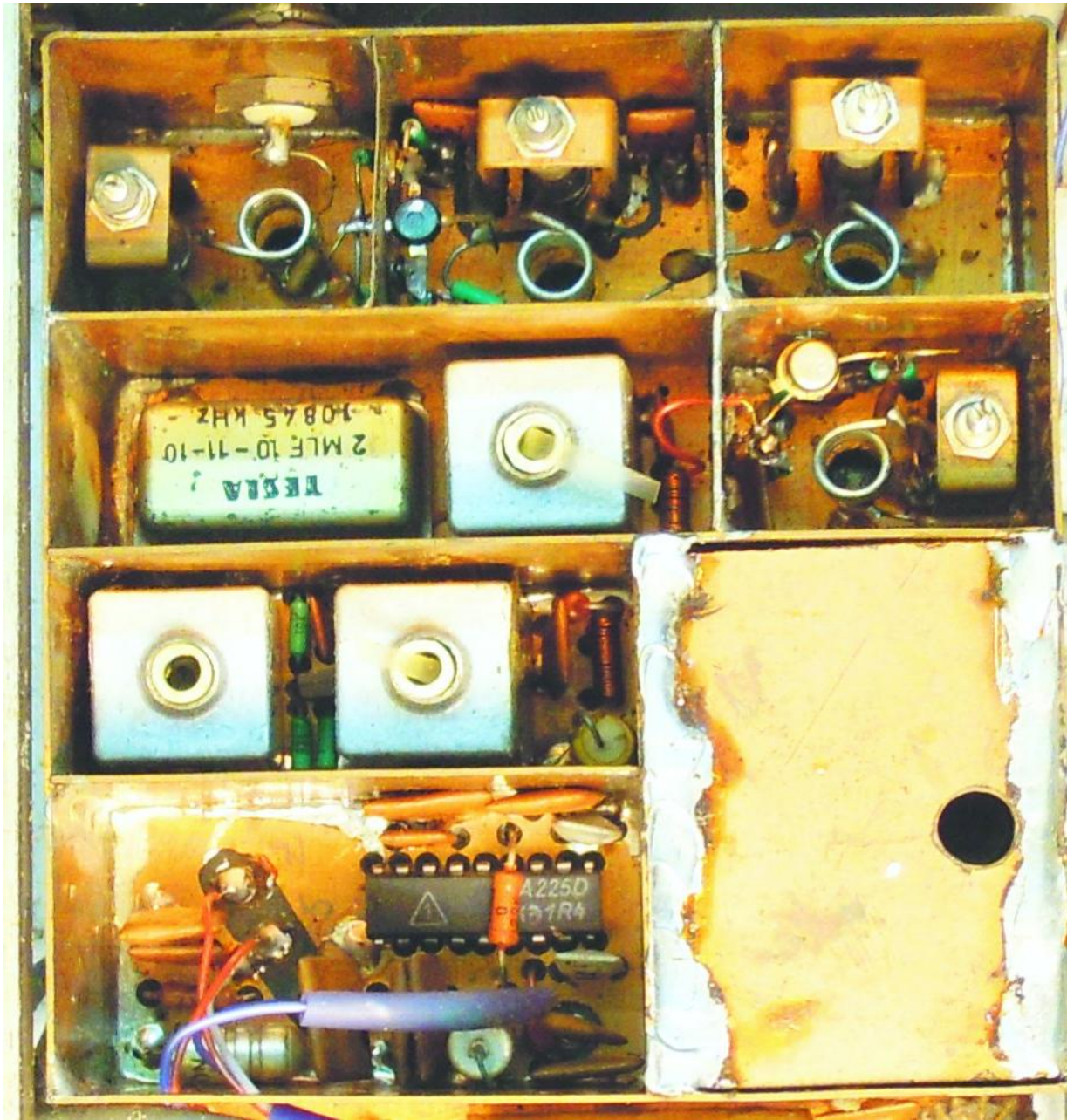
Application circuit for 39.2 MHz



SOUVISLÁ ZEMNÍ FOLIE, STÍNĚNÍ

0,1 μ V

10 μ V



1 V