

Laboratorní úloha č. 13

17. ČERVNA 2023

MARTIN ŠIMÁK

Měření S-parametrů tranzistoru Laboratorní úloha ukazuje využití vektorového měření pro určování parametrů tranzistoru v SMD pouzdru s referenční rovinou uprostřed pouzdra.

Úkoly měření

1. Změřte S-parametry tranzistoru Avago ATF 36077 v pouzdru o průměru 5.28 mm namontovaného do mikropáskového vedení ve frekvenčním pásmu 4 GHz až 20 GHz při různých způsobech montáže: elektrody source „podloženy“ mikropáskovým vedením délky 0 mm, 0.5 mm a 1.6 mm.
2. Referenční rovinu změřených S-parametrů přetransformujte na okraje pouzdra.

Použité přístroje a komponenty

- Agilent PNA E8364A (45 MHz až 50 GHz)
- Měřicí držák délky 50 mm s SMA konektory

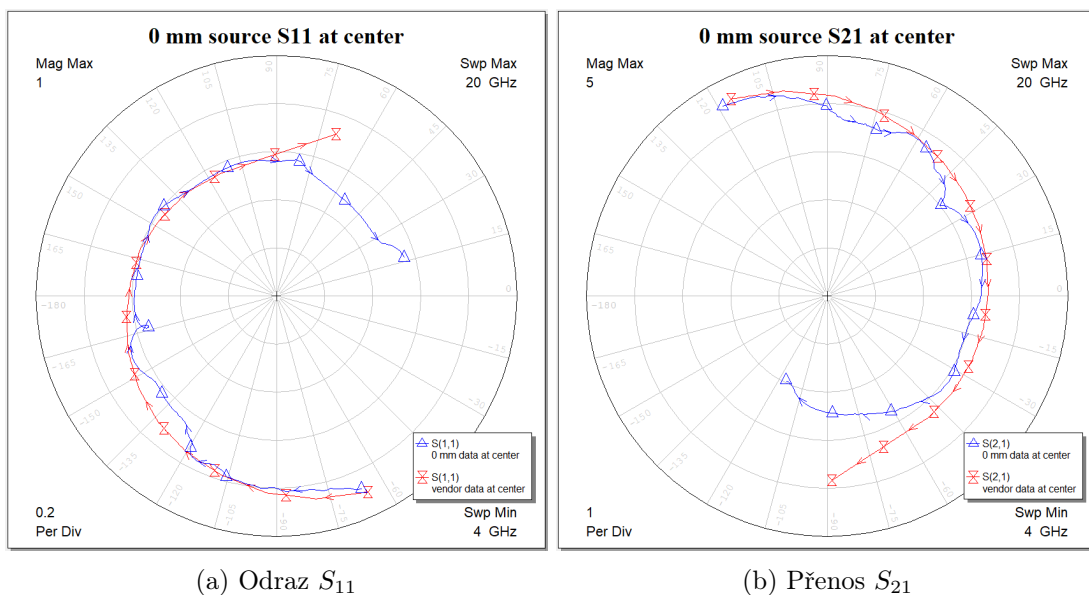
Popis měření

Měření provádíme na mikrovlákném držáku pro planární vedení na 50Ω mikropáskovém vedení na substrátu Rogers CuClad 233, $h = 0.508$ mm, $\epsilon_r = 2.33$, $t = 17$ μm a k měření využíváme vektorového analyzátoru obvodů Agilent PNA E8364A. Pracovní bod tranzistoru volíme (1.5 V, 10 mA). Kalibrujeme přímo na držáku metodou OSMT, k níž používáme posuvnou mikropáskovou bezodrazovou koncovku a mikropáskové přípravky z kalibry. Držák kalibrujeme do středu, tj. referenční rovina měření bude uprostřed měřených tranzistorů. Postupně měříme S-parametry tranzistorů ve všech konfiguracích montáže. Výsledné průběhy exportujeme a zpracováváme v AWR.

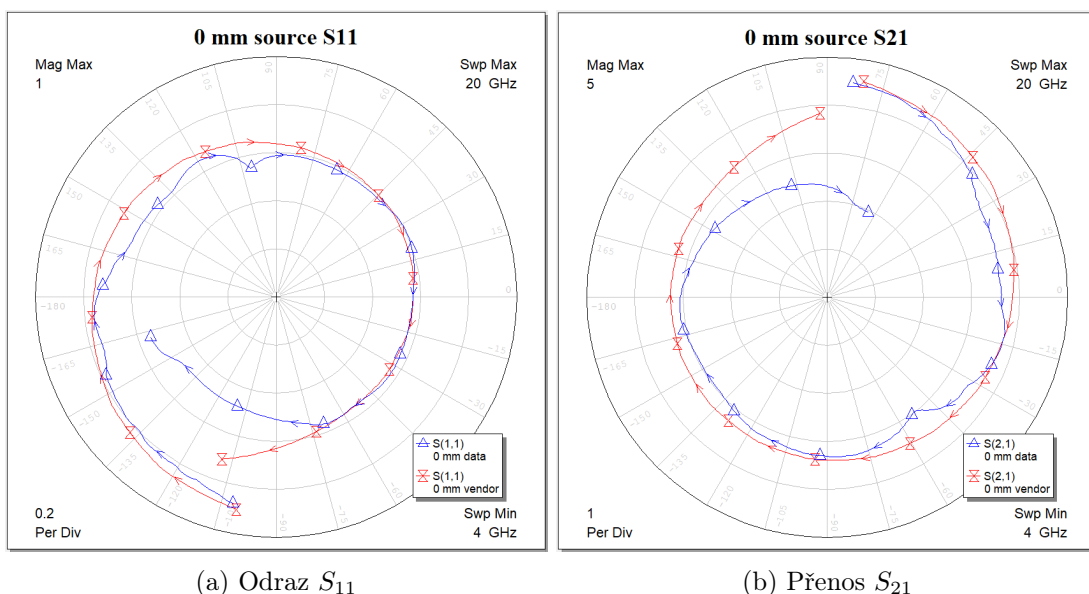
Pro zpracování dat postupujeme tak, že nejprve porovnáme čistá naměřená data jako blok S-parametrů s daty dodanými výrobcem, které jsou dostupné pro simulace v knihovnách softwaru AWR. Jak je vidět z obrázku 1, data od výrobce jsou zřejmě též měřena s referenční rovinou uprostřed pouzdra, jelikož sledují velice podobný průběh jako data experimentální.

Dále proto k datům experimentálním i těch od výrobce v AWR vložíme před a za referenční rovinu 50Ω mikropáskové vedení s délkou odpovídající poloměru pouzdra tranzistoru. Simulací těchto obvodů určíme výsledné S-parametry obvodu v požadovaných referenčních rovinách na okrajích pouzdra. Výsledky je možné opět porovnat na obrázku 2.

Zbývá data jsou měřena s podložení source elektrod mikropáskovým vedením. Tato data tedy vykreslujeme v porovnání s S-parametry dodanými výrobcem v AWR pomocí obvodu s explicitně definovanou zemí. Mezi blok S-parametrů představující tranzistor a explicitní zemní elektrodu vložíme onen úsek příslušné délky. Výsledky porovnání jsou obsaženy v grafech na obrázku 3 pro podložení délky 0.5 mm a na obrázku 4 pro podložení 1.6 mm.



Obrázek 1: Porovnání naměřených dat s podložením 0 mm s daty od výrobce

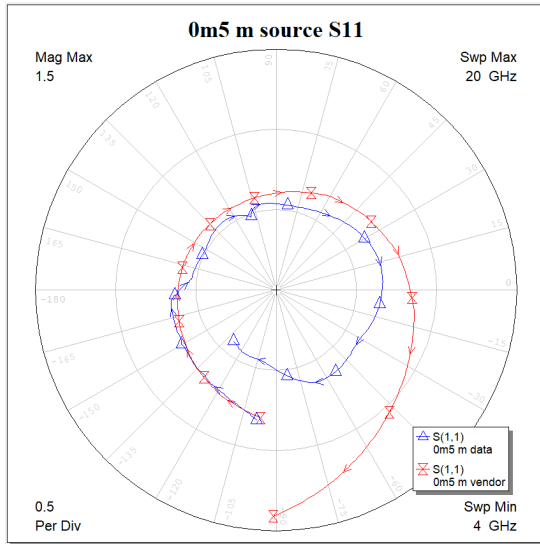


Obrázek 2: Porovnání dat s podložením 0 mm na okrajích pouzdra

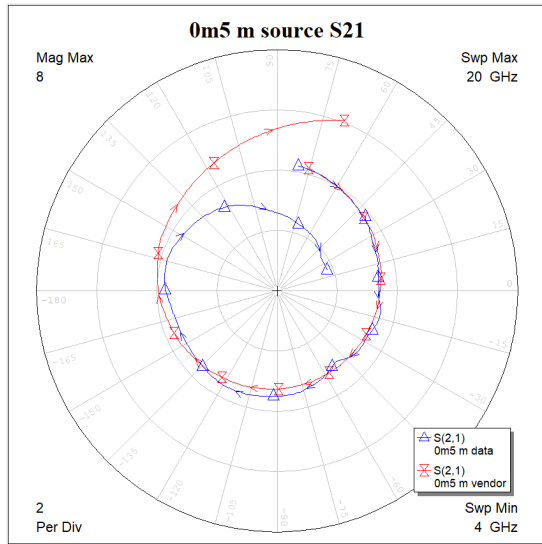
V grafech odrazu od tranzistoru s podloženými source elektrody si můžeme povšimnout nestabilních tendencí. To koreluje se zkušeností z návrhu mikrovlnných oscilátorů, kde jsme právě přidávali takové zpětnovazební elektrody, abychom dosáhli nestability obvodu. Bohužel také můžeme pozorovat již velice značné nesrovnalosti s daty od výrobce, zejména pro delší vedení na source elektrodách.

Závěr

V rámci laboratorní úlohy jsme se seznámili s využitím vektorového měření pro určování parametrů tranzistoru v SMD pouzdra s referenční rovinou uprostřed pouzdra. Během zpracování jsme si tak vyzkoušeli běžně nutnou operaci transformace referenční roviny měření na okraj pouzdra. Dále jsme pozorovali vliv podložení source elektrod kusem mikropáskového vedení a

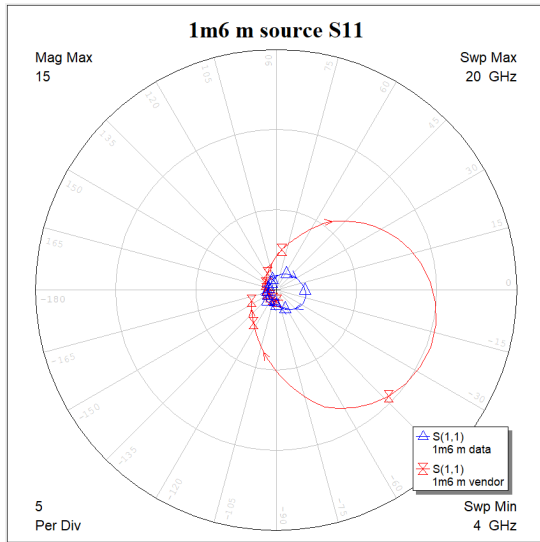


(a) Odras S_{11}

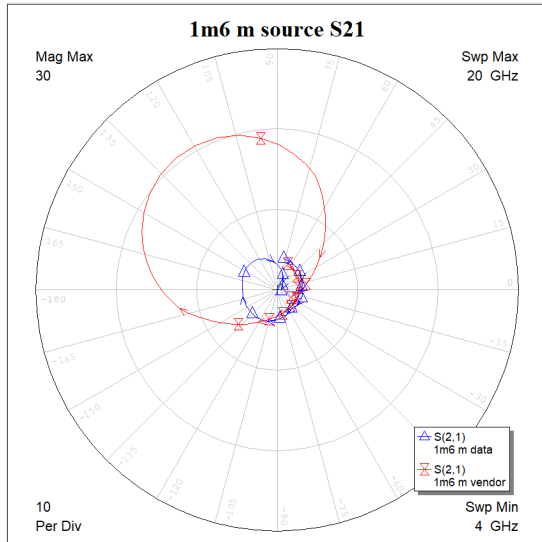


(b) Přenos S_{21}

Obrázek 3: Porovnání dat s podložením 0.5 mm na okrajích pouzdra



(a) Odras S_{11}



(b) Přenos S_{21}

Obrázek 4: Porovnání dat s podložením 1.6 mm na okrajích pouzdra

i tyto případy jsme simulovali pro S-parametry od výrobce. Měření proběhlo bez větších potíží s největší deviací dat v případě podložení elektrod delším kusem mikropáskového vedení. V tomto případě je nesrovnalost s daty dodanými výrobcem již značná a pravděpodobně způsobena nepřesným měřením či horší opakovatelností měření v držáku.