

Микроталасна мерења

Лабораторијска вежба бр. 3

Мерење нелинеарних карактеристика микроталасних појачавача

Нелинеарно понашање микроталасних појачавача описује се са више различитих величина:

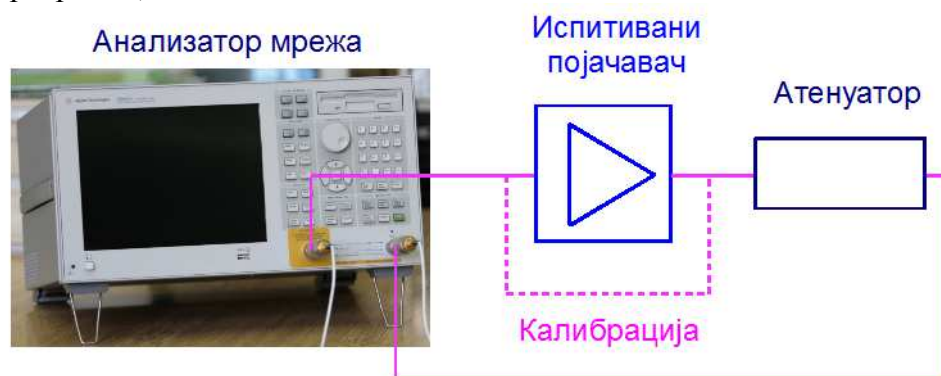
- излазном (или улазном) снагом синусоидалног сигнала при којој се појачање појачавача смањи за један децибел (1 dB compression point),
- снагама хармоника (улазног синусоидалног сигнала) на излазу појачавача (harmonics),
- хипотетичком излазном (или улазном) снагом једног од два синусоидална сигнала (истих снага, али различитих учестаности) на улазу појачавача, при којој би снаге једног од улазних сигнала и интермодулационог продукта трећег реда, на излазу појачавача, биле једнаке (3rd order intercept points, TOI), итд.

Све наведене величине могу се одредити на основу мерења помоћу (два) генератора синусоидалних сигнала (побуда) и анализатора спектра (мерење снаге), али се уместо анализатора спектра могу користити и поједини анализатори мрежа, или мерачи снаге уз употребу одговарајућих филтара. У оквиру ове вежбе мере се 1 dB compression point и ниво хармоника.

1. 1 dB compression point

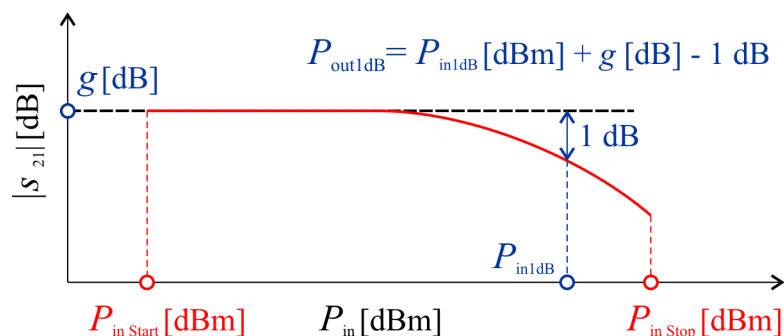
Због нелинеарне природе појачавача, његово појачање при довољно великим улазним снагама опада, све док појачавач не уђе у засићење (када је снага на излазу константна). Под 1 dB compression point обично се подразумева снага на излазу појачавача при којој је његово појачање за 1 dB мање у односу на појачање у линеарном режиму рада.

Принцип мерења 1 dB compression point (испитиваног појачавача) анализатором мрежа (NA) приказан је на слици 1. Атенуатор се убацује у мерну поставку уколико је снага сигнала на излазу испитиваног појачавача већа од максимално допуштене за тест портове NA (10 dBm за Agilent E5062A). Након извршене калибрације мери се логаритамски модул параметра s_{21} (који представља појачање испитиваног појачавача) у функцији улазне снаге. При овом мерењу користи се Power sweep опција NA, а почетна и крајња снага бирају се тако да се на дијаграму види део у коме је појачање константно (линеарни режим рада), као и део у коме појачање опада за 1 dB, као што је приказано на слици 2. Улазна снага при којој долази до једнодецибелског смањења појачања може се очитати са дијаграма (најбоље коришћењем маркера NA).



Слика 1. Мерење 1 dB compression point анализатором мрежа

Уколико је слабљење од побудног порта NA до улазног порта испитиваног појачавача занемарљиво, 1 dB compression point може се израчунати према изразу за P_{out1dB} на слици 2. Када NA поседује могућност мерења снаге, снага на излазу појачавача може се директно измерити. Ако ниједан од претходна два услова није испуњен, снага на портovima испитиваног појачавача мора се измерити на неки други начин.

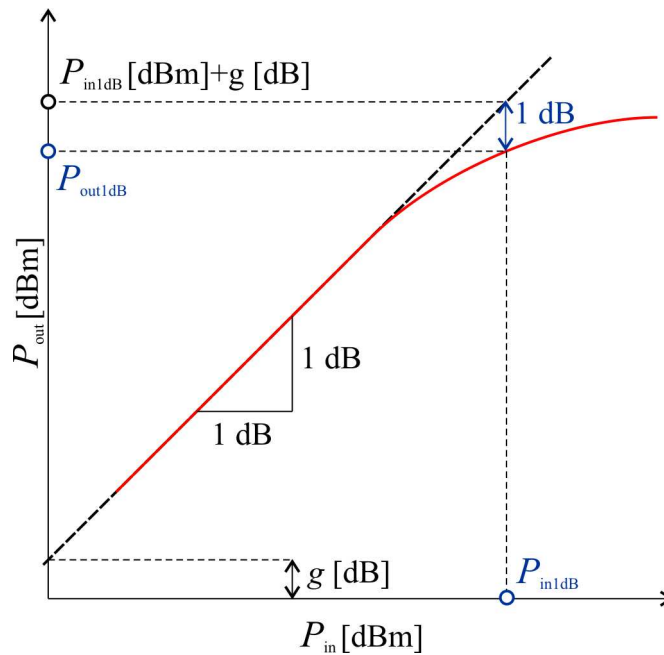


Слика 2. Одређивање 1 dB compression point на основу измереног појачања

Принцип мерења 1 dB compression point (испитиваног појачавача) анализатором спектра (SA) приказан је на слици 3. Атенуатор се убацује у мерну поставку уколико је снага сигнала на излазу испитиваног појачавача већа од максимално допуштене за тест порт SA (20 dBm за *Rohde&Schwarz* FSP 7). Након извршене калибрације мери се снага на излазу испитиваног појачавача (коришћењем SA) у функцији улазне снаге (коју обезбеђује синусоидални генератор). Почетна и крајња снага генератора бирају се тако да се на дијаграму види део у коме је појачање константно (линеарни режим рада), као и део у коме појачање опада за 1 dB . Променом улазне снаге у довољном броју тачака (са кораком од 1 dB) и мерењем излазне снаге на учестаности побудног генератора, може се снимити дијаграм као на слици 4. 1 dB compression point може се одредити на основу снимљеног дијаграма.



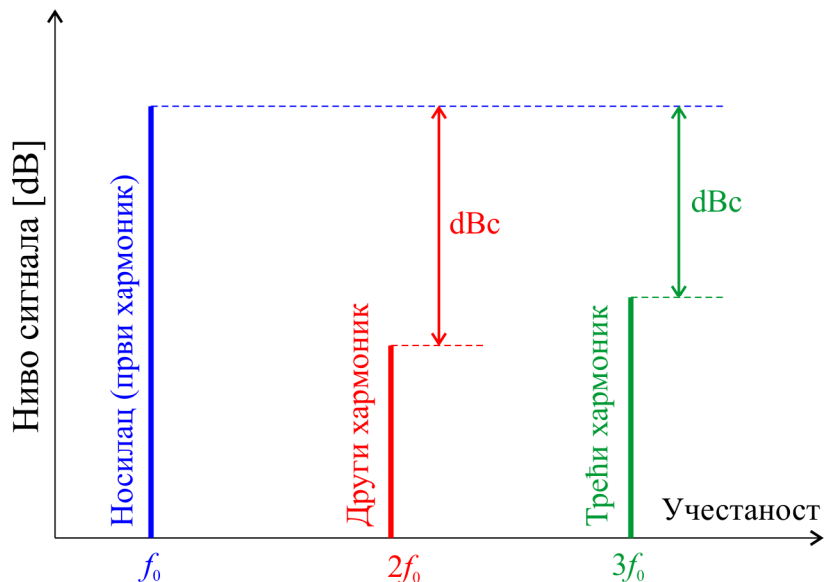
Слика 3. Мерење 1 dB compression point анализатором спектра



Слика 4. Одређивање 1 dB compression point на основу измерене излазне снаге

2. Хармоници

Због нелинеарне природе појачавача, на његовом излазу ће се, поред појачаног синусоидалног сигнала са улаза, појавити и сигнали на учестаностима k ($k = 2, 3, 4, \dots$) пута већим од учестаности улазног сигнала (хармоници). Хармоници најчешће представљају сметњу у раду склопа, чији је испитивани појачавач саставни део, па је потребно знати њихов ниво у односу на улазни сигнал (носилац). За релативни ниво хармоника користи се јединица dBc, а на слици 5 приказан је начин на који се ниво хармоника дефинише.



Слика 5. Ниво хармоника у односу на носилац

Принцип мерења хармоника (испитиваног појачавача) анализатором спектра приказан је на слици 6. Генератор даје побудни синусоидални сигнал, филтар служи да умањи утицај хармоника који потичу од генератора, а SA служи за мерење нивоа сигнала на излазу појачавача.



Слика 6. Мерење хармоника анализатором спектра

3. Задатак

- Одредити 1 dB compression point приложеног појачавача. Најпре мерењем помоћу **NA** утврдити у ком опсегу снаге на улазу појачавача долази до компресије његовог појачања. Затим, користећи **NA** као побудни генератор, за утврђени опсег улазне снаге (у корацама по 1 dB) измерити снаге на излазу појачавача помоћу **SA**. На основу измерених вредности конструисати график зависности излазне снаге од улазне и одредити 1 dB compression point. Мерења извршити на учестаности коју одреди дежурни асистент.
- Одредити ниво другог и трећег хармоника на излазу приложеног појачавача за учестаност и ниво улазног сигнала које одреди дежурни асистент. Коришћењем приложених ослабљивача обезбедити да ниво сигнала на улазу **SA** (**RF ATT = 0 dB**) буде што ближи оптималној вредности за добијање максималног динамичког опсега при мерењу другог хармоника – ову вредност прорачунати на основу спецификација за коришћени **SA**.

Приликом мерења не сме доћи до прекорачења улазне снаге било ког склопа у мерној поставци!