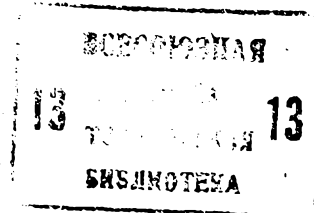




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

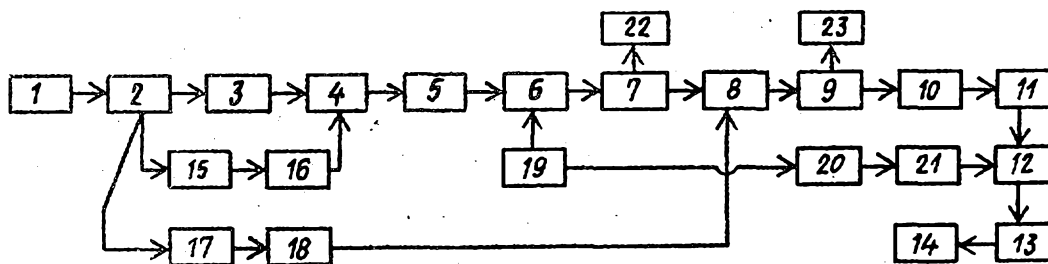


(21) 3868519/24-09
(22) 14.03.85
(46) 23.03.87. Бюл. № 11
(72) Г.Г.Бунин, Б.А.Шувалов
и Ю.Н.Светличный
(53) 621.317(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 447631, кл. G 01 R 21/00, 1972.
Авторское свидетельство СССР
№ 1092433, кл. G 01 R 29/26, 1984.

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ СПЕКТРА ФАЗОВЫХ
ШУМОВ СВЧ-УСИЛИТЕЛЯ

(57) Изобретение обеспечивает повышение чувствительности и точности при определении спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя вблизи несущей частоты. Измеритель содержит СВЧ-генератор 1, двойной направленный ответвитель 2, исследуемый СВЧ-усилитель (ИУ) 3, компенсатор 4 несущей СВЧ, СВЧ-усилитель 5, модулятор 6 фазы, направленные ответвители 7 и 9, сумматор 8 мощности, детектор 10, предварительный усилитель 11 промежуточной частоты, компенсатор 12 несущей промежуточной частоты, усилитель 13 промежуточной ча-

стоты, низкочастотный анализатор 14 спектра, аттенюаторы 15, 17 и 20. фазовращатели 16, 18 и 21, генератор 19 промежуточной частоты и высокочастотные анализаторы 22 и 23 (ВЧА) спектра. Колебания СВЧ-генератора 1 при прохождении их через ИУ 3 модулируются по амплитуде и фазе его низкочастотными шумами. Спектральная составляющая несущей частоты в компенсаторе 4 подавляется на 30-40 дБ. Подавление несущей равнозначно увеличению измеряемых шумов на 30-40 дБ. При индексе модуляции модулятора 6, равном 2,406, несущая полностью подавляется, что наблюдается на ВЧА 22. В сумматоре 8 несущая восстанавливается с поворотом фазы на 90° относительно ее первоначального значения. После детектирования и усиления в компенсаторе 12 выделенные детектором 10 колебания несущей промежуточной частоты подавляются на 60-70 дБ. В результате мощность составляющих спектра, обусловленных шумами ИУ 3, увеличивается на 60-70 дБ по отношению к мощности несущей. Анализатор 14 осуществляет анализ. 1 ил.



Изобретение относится к технике измерения на СВЧ и может использоваться при измерении шумовых составляющих спектров колебаний приборов СВЧ вблизи несущей.

Цель изобретения - повышение чувствительности и точности при измерении спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя вблизи несущей частоты.

На чертеже приведена структурная электрическая схема измерителя спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя.

Измеритель содержит СВЧ-генератор 1, двойной направленный ответвитель 2, исследуемый СВЧ-усилитель 3, компенсатор 4, несущей СВЧ, СВЧ-усилитель 5, модулятор 6 фазы, первый направленный ответвитель 7, сумматор 8 мощности, второй направленный ответвитель 9, детектор 10, предварительный усилитель 11 промежуточной частоты (ПУПЧ), компенсатор 12 несущей промежуточной частоты, усилитель 13 промежуточной частоты (УПЧ), анализатор 14 спектра промежуточной частоты, первый аттенюатор 15 и первый фазовращатель 16, третий аттенюатор 17 и третий фазовращатель 18, генератор 19 промежуточной частоты (кварцевый), второй аттенюатор 20, второй фазовращатель 21, высокочастотный анализатор 22 спектра, дополнительный высокочастотный анализатор 23 спектра.

Измеритель спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя работает следующим образом.

Колебания СВЧ-генератора 1 при прохождении их через исследуемый СВЧ-усилитель 3 модулируются по амплитуде и фазе его низкочастотными шумами. Составляющая спектра несущей частоты в компенсаторе 4 подавляется на 30-40 дБ интерференционным способом колебаниями, ответвленными от СВЧ-генератора 1, регулировкой амплитуды этих колебаний аттенюатором 15 и поворотом их фазы на 180° фазовращателем 16. Это подавление наблюдается на экране высокочастотного анализатора 22 спектра при включенном генераторе 19 промежуточной частоты. При таком подавлении несущей отношения мощностей боковых составляющих спектра СВЧ-колебаний, обусловленных фазовыми шумами исследуемого СВЧ-усилителя 3, к мощности несущей оказываются увеличенными на 30-40 дБ. Вспомогательный маломощный

СВЧ-усилитель 5 служит для увеличения уровней всех составляющих спектра подводимых к нему колебаний, в том числе и несущей, подавленной на 30-40 дБ. Эти колебания модулируются по фазе модулятором 6 с индексом модуляции, равным 2,405. Модулирующее напряжение подводится от генератора 19 высокостабильных колебаний промежуточной частоты. После увеличения в компенсаторе 4 измеряемых шумов на 30-40 дБ их уровни оказываются значительно большими фазовых шумов модулятора 6 и поэтому последними можно пренебречь.

При модуляции фазы СВЧ-колебаний с индексом, равным 2,405, несущая на выходе модулятора 6 полностью подавляется, что наблюдается высокочастотным СВЧ-анализатором 22 спектра. Каждая из дискретных боковых составляющих спектра колебаний на выходе модулятора 6 фазы является квазигармоническим колебанием, флуктуации фазы которого обусловлены фазовыми шумами СВЧ-генератора 1 и исследуемого СВЧ-усилителя 3.

В сумматоре 8 несущая восстанавливается с поворотом фазы на 90° относительно ее первоначального значения. Колебания для восстановления несущей подводятся к сумматору 8 от СВЧ-генератора 1 через аттенюатор 17 и фазовращатель 18. Восстановленная несущая также является квазигармоническим колебанием, флуктуации фазы которого обусловлены только фазовыми шумами СВЧ-генератора 1. Восстановление несущей наблюдается дополнительным высокочастотным анализатором 23 спектра. При таком соотношении фаз между несущей и боковыми составляющими спектра колебаний, подводимых к детектору 10, он оказывается фазовым. В результате фазового детектирования СВЧ-колебаний, подводимых к детектору 10, на его выходе появляются квазигармонические колебания промежуточной частоты, частота несущей которых равна частоте генератора 19. Эти квазигармонические колебания выделяются и усиливаются по амплитуде ПУПЧ 11. Флуктуации фазы этих колебаний обусловлены только флуктуациями фазы исследуемого СВЧ-усилителя 3. Флуктуациями фазы колебаний генератора 19 пренебрегается вследствие их малости по сравнению

с усиленными на 30-40 дБ фазовыми шумами исследуемого СВЧ-усилителя 3. В компенсаторе 12 колебания несущей промежуточной частоты подавляются на 60-70 дБ интерференционным способом колебаниями от генератора 19, подводимыми к второму входу компенсатора 12 через аттенюатор 20 и фазовращатель 21. Подавление несущей наблюдается анализатором 14 спектра. Это подавление несущей приводит к дополнительному увеличению на 60-70 дБ отношений мощностей боковых составляющих спектра, обусловленных фазовыми шумами исследуемого СВЧ-усилителя 3, к мощности несущей.

Колебания с выхода компенсатора 12 усиливаются УПЧ 13 и анализируются по спектру анализатором 14 спектра.

При общем подавлении несущей на 90-110 дБ анализатором 14 спектра с динамическим диапазоном 50-70 дБ обеспечивается возможность непосредственного измерения уровней боковых составляющих спектра вблизи несущей, обусловленных фазовыми шумами исследуемого СВЧ-усилителя 3, если уровни этих составляющих не меньше величин порядка минус 150-170 дБ/Гц относительно мощности несущей.

Построение измерителя по такой схеме позволяет увеличить предельную чувствительность измерения, обеспечивает возможность непосредственного измерения этих составляющих спектра СВЧ-колебаний на расстояниях от несущей порядка 10 Гц при полосе анализа промышленного анализатора спектра колебаний промежуточной частоты 3 Гц, позволяет проводить непосредственное измерение боковых составляющих спектра колебаний, обусловленных фазовыми шумами СВЧ-усилителя, если мощность СВЧ-колебаний на выходе усилителя имеет величину порядка долей - единиц микроватта, характерную для маломощных входных СВЧ-усилителей.

Предлагаемое устройство позволяет проводить измерение фазовых шумов, вносимых в СВЧ-колебания любым четырехполюсником, например амплитудным ограничителем, аттенюатором и др.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измеритель спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя, содержащий СВЧ-генера-

тор, последовательно соединенные первый аттенюатор и первый фазовращатель, последовательно соединенные первый направленный ответвитель и высокочастотный анализатор спектра, второй направленный ответвитель, усилитель промежуточной частоты, анализатор спектра промежуточной частоты, последовательно соединенные генератор промежуточной частоты, выход которого соединен с управляющим входом модулятора фазы, второй аттенюатор, и второй фазовращатель, и детектор, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности и точности при измерении спектра фазовых шумов СВЧ-усилителя вблизи несущей частоты, введены двойной направленный ответвитель, вход которого соединен с выходом СВЧ-генератора, а первый выход является выходом для подсоединения входа исследуемого СВЧ-усилителя, второй выход соединен с входом первого аттенюатора, а к третьему подсоединены последовательно соединенные третий аттенюатор, третий фазовращатель и сумматор мощности, включенный между вторым выходом первого направленного ответвителя и входом второго направленного ответвителя, последовательно соединенные компенсатор несущей СВЧ, первый вход которого является входом для подключения выхода исследуемого СВЧ-усилителя, а второй вход подсоединен к выходу первого фазовращателя, и СВЧ-усилитель, вход которого подключен к выходу компенсатора несущей СВЧ, а выход соединен с входом модулятора фазы, выход которого соединен с входом первого направленного ответвителя, дополнительный высокочастотный анализатор спектра, подключенный к выходу второго направленного ответвителя, последовательно соединенные предварительный усилитель промежуточной частоты и компенсатор несущей промежуточной частоты, выход которого подключен к входу усилителя промежуточной частоты, а второй вход соединен с выходом второго фазовращателя, при этом выход усилителя промежуточной частоты подключен к входу анализатора спектра промежуточной частоты, вход детектора соединен с выходом второго направленного ответвителя, а выход - с входом предварительного усилителя промежуточной частоты.