R&S®RTM2052

Проверка линейности измерительных усилителей постоянного напряжения

Необходимость измерения крайне низких постоянных напряжений возникает во многих технических областях, например, при поиске блуждающих токов, контроле катодной защиты трубопроводов и т.д. Обычно такие напряжения измеряют цифровыми вольтметрами с использованием измерительных усилителей постоянного напряжения (ИУПН). От постоянства коэффициента преобразования, который является их характеристикой, зависит общая точность измерений. Поэтому ИУПН должны тщательно проверяться на линейность передаточной характеристики в пределах динамического диапазона.

Наиболее простой способ определения линейности передаточной характеристики ИУПН состоит в использовании метода приращений, который состоит в следующем. На вход подается постоянное напряжение, которое увеличивается с фиксированным шагом до значений сверх верхней границы динамического диапазона. Входное и выходное напряжение измеряется вольтметрами или мультиметрами на каждом шаге измерений, при необходимости используются предусилители, прошедшие поверку. Затем для входных и выходных напряжений рассчитывается отношение их приращений на каждом шаге, равное значению коэффициента преобразования. По стабильности его значения делается вывод о линейных свойствах ИУПН.

Такой подход основан на использовании наиболее простых средств измерений. Однако у него есть ряд недостатков:

— ИУПН часто работают с очень малыми напряжениями, которые нельзя точно выставить на широко распространенных источниках постоянного напряжения, поэтому для измерений требуются аттенюаторы, что вносит дополнительные погрешности;

— при шаговом изменении входного напряжения могут быть пропущены выбросы, вызванные локальными нелинейностями;

— требуется вторичная обработка результатов измерений, сильно замедляющая и осложняющая тестирование по принципу «годен/не годен».

Практика выполнения радиотехнических измерений показала необходимость их оптимизации. В случае необходимости тестирования большой партии ИУПН измерения по представленной схеме станут неоправданно затянутыми. Поэтому следует использовать современный и продуктивный метод, основанный на представлении о фигурах Лиссажу. В качестве входного используется сигнал треугольной формы с пиковым значением, несколько превышающим верхнюю границу динамического диапазона ИУПН, и большим периодом, порядка 0,01…0,1 с. Этого достаточно, чтобы

пренебречь влиянием переходных процессов в ИУПН. В качестве средства регистрации используется двухканальный осциллограф в режиме развертки X-Y. Его каналы подключаются к входу и к выходу ИУПН. При постоянстве коэффициента преобразования отображаемая на экране характеристика будет линейной в пределах динамического диапазона. По отклонению передаточной характеристики от прямой формируется заключение о линейности ИУПН и границах динамического диапазона.

Из содержания метода следует, что точность измерений будет зависеть от выбранного осциллографа. Как известно, электронно-лучевые образцы допускают возможность ошибки до половины цены младшего деления шкалы из-за конечной ширины луча и обычно характеризуются погрешностью вертикальной развертки более 2…5%, что делает возможным их применение только в некритичных случаях. Задача исследования линейности требует повышенной точности измерений, иначе нелинейность осциллографических каналов может быть идентифицирована как нелинейность ИУПН.

С учетом возможности решения многих других задач, возникающих в радиолабораториях, и высокой точности для проверки линейности ИУПН можно рекомендовать двухканальный осциллограф R&S®RTM2052, имеющий полосу пропускания 500 МГц. Его минимальная чувствительность составляет 1 мВ/дел, что часто позволяет обойтись без предусиления входного сигнала ИУПН. Это повышает точность измерений. Разрешение по амплитуде составляет 8 бит, оно соответствует относительной погрешности менее 0,4%. Таким образом, максимальная погрешность измерений не превысит 0,8%, что в принципе недостижимо для портативных приборов и электронно-лучевых осциллографов.

Наличие дополнительных функций в осциллографе R&S®RTM2052 резко снижает вероятность ошибок считывания. Использование функций автоматических измерений позволяет контролировать минимальные и максимальные значения входного и выходного напряжения. Установка маркеров дает возможность уточнять полученные результаты и даже определить номинальные границы линейности при массовой проверке ИУПН. Это позволяет выполнять тестирование по принципу «годен/не годен» в ходе приемо-сдаточных либо иных испытаний. Режим высокого разрешения позволяет подробнее увидеть нелинейности передаточной функции ИУПН, отображаемой на экране осциллографа. Если ИУПН имеют средства настройки, то ее можно выполнять по отображаемой передаточной характеристике, одновременно наблюдая за результатами регулировки.

Качественное метрологическое обеспечение способно значительно повысить скорость и улучшить качество измерений, снизить их трудоемкость их выполнения.

Информативность и точность измерений позволяют выявить минимальные погрешности линейности только в том случае, если правильно выбраны методы и средства измерений.