

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

РЕЗИСТОРЫ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Издание официальное

БЗ 7—99

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

РЕЗИСТОРЫ

Метод измерения нелинейности сопротивления

Resistors.

Method of measurement of non-linearity

ГОСТ
21342.16—78

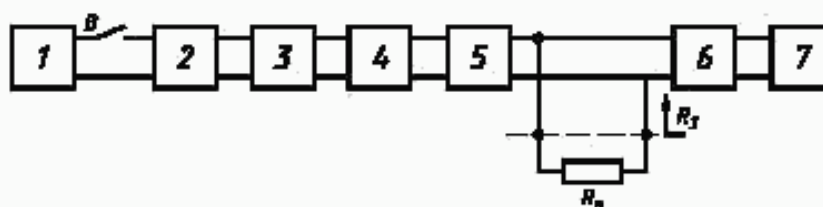
Дата введения 01.07.79

Настоящий стандарт распространяется на резисторы и устанавливает метод проверки нелинейности резисторов.

Общие условия при проверке нелинейности и техники безопасности — по ГОСТ 21342.0.
(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. АППАРАТУРА

1.1. Электрическая схема установки для проверки нелинейности резисторов с номинальным сопротивлением от 1 до $10 \cdot 10^6$ Ом приведена на черт. 1.



1 — генератор синусоидального тока основной частоты (диапазон частот 10—40 кГц);
2 — выключатель; 3 — аттенуатор; 4 — усилитель мощности с малыми искажениями; 5 — фильтр частот с большим затуханием для частот выше основной; 6 — полосовой фильтр для третьей гармоники с большим затуханием для основной частоты; 7 — вольтметр для измерения напряжения третьей гармоники V_3 ; R_n — проверяемый резистор; R_3 — активная составляющая сопротивления со стороны измерительных клемм на частоте третьей гармоники

Черт. 1

Схему можно использовать для проверки нелинейности резисторов с сопротивлением, выходящим за эти пределы, но с меньшей чувствительностью, учитывая поправочный коэффициент Δ .

Допускается проверять нелинейность резисторов на установках, отличающихся от приведенной, но позволяющих оценить нелинейность резисторов путем измерения напряжения третьей гармоники с погрешностью в пределах $\pm 10\%$.

Примечание. Для достижения согласования с проверяемым резистором R_n , для переключения R_3 используют согласующее устройство с полным сопротивлением, не вносящим искажения. Соответствующие значения R_3 приведены в таблице и используются при испытании.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

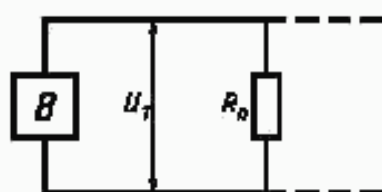
Издание официальное



Перепечатка воспрещена

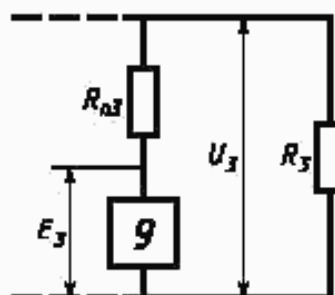
© Издательство стандартов, 1978
© ИПК Издательство стандартов, 2001

1.2. Эквивалентная схема на основной частоте приведена на черт. 2.
Эквивалентная схема на частоте третьей гармоники приведена на черт. 3.



G — генератор синусоидального тока основной частоты; R_0 — полное сопротивление проверяемого резистора на основной частоте; U_1 — напряжение основной частоты, подаваемое на проверяемый резистор

Черт. 2



G — генератор третьей гармоники; R_{n3} — полное сопротивление проверяемого резистора на частоте третьей гармоники; R_3 — активная составляющая сопротивления со стороны измерительных клемм на частоте третьей гармоники; U_3 — напряжение третьей гармоники; E_3 — электродвижущая сила третьей гармоники, возникающая на проверочном резисторе

Черт. 3

1.3. Погрешность метода измерения напряжения основной частоты должна быть в пределах $\pm 5\%$, а погрешность метода измерения напряжения третьей гармоники $\pm 10\%$.

1.4. Фильтры установки не должны содержать элементы с нелинейными свойствами. Например, катушки индуктивности не должны содержать сердечники из магнитных материалов.

Уровень шумов на измерительных клеммах не должен превышать 0,2 мкВ при $R_3 = 1000$ Ом.

Усилитель мощности должен обеспечивать подачу на проверяемый резистор мощности 1 Вт.

Установка должна быть выполнена с таким расчетом, чтобы при 0,25 В·А в фактически линейном образце затухание третьей гармоники $20 \lg \frac{U_1}{U_3}$ было больше 140 дБ для большей части диапазона сопротивлений.

Примечания:

1. Не допускается проводить измерения в непосредственной близости от мощных электрических установок и постоянных магнитов.

2. Для оценки установки применяют элемент с известными нелинейными свойствами. При отсутствии элемента каждый блок установки сравнивают с образцовым прибором.

3. Ферромагнитные материалы вызывают искажения гармоник, поэтому необходимо принимать меры, чтобы избежать влияния воздействий, например железа, находящегося в непосредственной близости от резистора, особенно при больших токах.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Проверку нелинейности резистора начинают с замыкания выключателя B . Затем при помощи аттенуатора на вольтметре 5 устанавливают напряжение основной частоты U_1 в соответствии с таблицей.

На вольтметре 7 отсчитывают напряжение третьей гармоники U_3 .

3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Уровень нелинейности определяют по формуле

$$A_3 = 20 \lg \frac{U_1}{E_3},$$

где A_3 — затухание третьей гармоники, дБ;

E_3 — электродвижущая сила третьей гармоники, возникающая на проверяемом резисторе, В.

$$E_3 = \left(1 + \frac{R_{n3}}{R_3} \right) U_3 ;$$

отсюда:

$$A_3 = 20 \lg \frac{U_3}{U_1} - 20 \lg \left(1 + \frac{R_{n3}}{R_3} \right) = D - 20 \lg U_3 - \Delta,$$

где $D = 20 \lg U_1$;

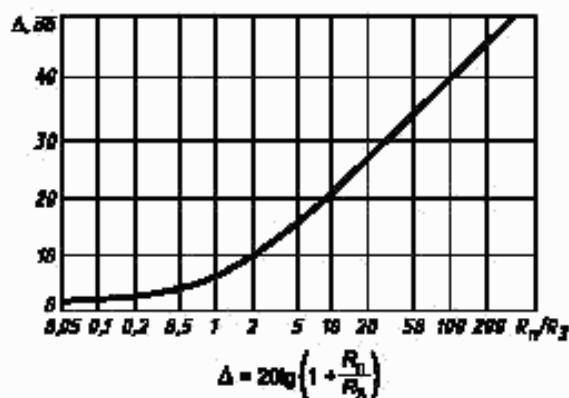
Δ — коэффициент поправки

$$\left[\Delta = 20 \lg \left(1 + \frac{R_{n3}}{R_3} \right) \right].$$

При обработке результатов можно с достаточной точностью принять $R_{n3} = R_n$, тогда получаем:

$$\Delta = 20 \lg \left(1 + \frac{R_n}{R_3} \right).$$

Коэффициент поправки может быть взят из графика, приведенного на черт. 4, или из таблицы.



Черт. 4

| R_3 , Ом | R_n , Ом | Номинальная мощность рассеяния, Вт | | | | | | | |
|------------|------------|------------------------------------|----------|---------------|-----------|-------------------|----------|---------------|-----------|
| | | $\geq 0,25$ | | | | 0,062; 0,1; 0,125 | | | |
| | | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт |
| 10 | 1,0 | 0,50 | −6,0 | 0,8 | 250 | 0,32 | −9,9 | 0,8 | 100 |
| | 1,2 | 0,55 | −5,2 | 1,0 | 250 | 0,35 | −9,1 | 1,0 | 100 |
| | 1,5 | 0,61 | −4,2 | 1,2 | 250 | 0,39 | −8,2 | 1,2 | 100 |
| | 1,8 | 0,67 | −3,4 | 1,4 | 250 | 0,42 | −7,5 | 1,4 | 100 |
| | 2,2 | 0,74 | −2,6 | 1,7 | 250 | 0,47 | −6,6 | 1,7 | 100 |
| | 2,7 | 0,82 | −1,7 | 2,1 | 250 | 0,52 | −5,7 | 2,1 | 100 |
| | 3,3 | 0,91 | −0,8 | 2,5 | 250 | 0,57 | −4,9 | 2,5 | 100 |
| | 3,9 | 0,99 | −0,1 | 2,9 | 250 | 0,62 | −4,2 | 2,9 | 100 |
| | 4,7 | 1,08 | 0,7 | 3,3 | 250 | 0,69 | −3,3 | 3,3 | 100 |
| | 5,6 | 1,18 | 1,4 | 3,9 | 250 | 0,75 | −2,5 | 3,9 | 100 |
| | 6,8 | 1,30 | 2,3 | 4,5 | 250 | 0,82 | −1,7 | 4,5 | 100 |
| | 8,2 | 1,43 | 3,1 | 5,2 | 250 | 0,91 | −0,8 | 5,2 | 100 |
| | 10 | 1,58 | 4,0 | 6,0 | 250 | 1,00 | 0 | 6,0 | 100 |
| | 12 | 1,73 | 4,8 | 6,8 | 250 | 1,10 | 0,8 | 6,8 | 100 |
| | 15 | 1,94 | 5,8 | 8,0 | 250 | 1,22 | 1,7 | 8,0 | 100 |
| | 18 | 2,12 | 6,6 | 8,9 | 250 | 1,34 | 2,5 | 8,9 | 100 |
| | 22 | 2,34 | 7,4 | 10,1 | 250 | 1,48 | 3,4 | 10,1 | 100 |
| | 27 | 2,60 | 8,3 | 11,4 | 250 | 1,64 | 4,3 | 11,4 | 100 |

| R_1 , Ом | R_n , Ом | Номинальная мощность рассеивания, Вт | | | | | | | |
|------------|------------|--------------------------------------|----------|---------------|-----------|-------------------|----------|---------------|-----------|
| | | $\geq 0,25$ | | | | 0,062; 0,1; 0,125 | | | |
| | | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт |
| 100 | 33 | 2,87 | 9,2 | 2,5 | 250 | 1,82 | 5,2 | 2,5 | 100 |
| | 39 | 3,12 | 9,9 | 2,9 | 250 | 1,97 | 5,9 | 2,9 | 100 |
| | 47 | 3,43 | 10,8 | 3,3 | 250 | 2,17 | 6,7 | 3,3 | 100 |
| | 56 | 3,74 | 11,5 | 3,9 | 250 | 2,37 | 7,5 | 3,9 | 100 |
| | 68 | 4,12 | 12,3 | 4,5 | 250 | 2,61 | 8,3 | 4,5 | 100 |
| | 82 | 4,53 | 13,2 | 5,2 | 250 | 2,86 | 9,1 | 5,2 | 100 |
| | 100 | 5,0 | 14,0 | 6,0 | 250 | 3,2 | 10,1 | 6,0 | 100 |
| | 120 | 5,5 | 14,8 | 6,8 | 250 | 3,5 | 10,9 | 6,8 | 100 |
| | 150 | 6,1 | 15,8 | 8,0 | 250 | 3,9 | 11,8 | 8,0 | 100 |
| | 180 | 6,7 | 16,6 | 8,9 | 250 | 4,2 | 12,5 | 8,9 | 100 |
| | 220 | 7,4 | 17,4 | 10,1 | 250 | 4,7 | 13,4 | 10,1 | 100 |
| | 270 | 8,2 | 18,3 | 11,4 | 250 | 5,2 | 14,3 | 11,4 | 100 |
| 1000 | 330 | 9,1 | 19,2 | 2,5 | 250 | 5,7 | 15,1 | 2,5 | 100 |
| | 390 | 9,9 | 19,9 | 2,9 | 250 | 6,2 | 15,8 | 2,9 | 100 |
| | 470 | 10,8 | 20,7 | 3,3 | 250 | 6,9 | 16,7 | 3,3 | 100 |
| | 560 | 11,8 | 21,4 | 3,9 | 250 | 7,5 | 17,5 | 3,9 | 100 |
| | 680 | 13,0 | 22,3 | 4,5 | 250 | 8,2 | 18,3 | 4,5 | 100 |
| | 820 | 14,3 | 23,1 | 5,2 | 250 | 9,1 | 19,2 | 5,2 | 100 |
| | 1000 | 15,8 | 24,0 | 6,0 | 250 | 10,0 | 20,0 | 6,0 | 100 |
| | 330 | 9,1 | 19,2 | 2,5 | 250 | 5,7 | 15,1 | 2,5 | 100 |
| | 390 | 9,9 | 19,9 | 2,9 | 250 | 6,2 | 15,8 | 2,9 | 100 |
| | 470 | 10,8 | 20,7 | 3,3 | 250 | 6,9 | 16,7 | 3,3 | 100 |
| | 560 | 11,8 | 21,4 | 3,9 | 250 | 7,5 | 17,5 | 3,9 | 100 |
| | 680 | 13,0 | 22,3 | 4,5 | 250 | 8,2 | 18,3 | 4,5 | 100 |
| | 820 | 14,3 | 23,1 | 5,2 | 250 | 9,1 | 19,2 | 5,2 | 100 |
| | 1000 | 15,8 | 24,0 | 6,0 | 250 | 10,0 | 20,0 | 6,0 | 100 |
| | 1200 | 17,3 | 24,8 | 6,8 | 250 | 11,0 | 20,8 | 6,8 | 100 |
| | 1500 | 19,4 | 25,8 | 8,0 | 250 | 12,2 | 21,7 | 8,0 | 100 |
| | 1800 | 21,2 | 26,6 | 8,9 | 250 | 13,4 | 22,5 | 8,9 | 100 |
| | 2200 | 23,4 | 27,4 | 10,1 | 250 | 14,8 | 23,4 | 10,1 | 100 |
| | 2700 | 26,0 | 28,3 | 11,4 | 250 | 16,4 | 24,3 | 11,4 | 100 |
| 10000 | 3300 | 28,7 | 29,2 | 2,5 | 250 | 18,2 | 25,2 | 2,5 | 100 |
| | 3900 | 31,2 | 29,9 | 2,9 | 250 | 19,7 | 25,9 | 2,9 | 100 |
| | 4700 | 34,3 | 30,8 | 3,3 | 250 | 21,7 | 26,7 | 3,3 | 100 |
| | 5600 | 37,4 | 31,5 | 3,9 | 250 | 23,7 | 27,5 | 3,9 | 100 |
| | 6800 | 41,2 | 32,3 | 4,5 | 250 | 26,1 | 28,3 | 4,5 | 100 |
| | 8200 | 45,3 | 33,2 | 5,2 | 250 | 28,6 | 29,1 | 5,2 | 100 |
| | 10000 | 50,0 | 34,0 | 6,0 | 250 | 32,0 | 30,1 | 6,0 | 100 |
| | 12000 | 54,8 | 34,8 | 6,8 | 250 | 35,0 | 30,9 | 6,8 | 100 |
| | 15000 | 61,2 | 35,8 | 8,0 | 250 | 39,0 | 31,8 | 8,0 | 100 |
| | 18000 | 67,1 | 36,6 | 8,9 | 250 | 42,0 | 32,5 | 8,9 | 100 |
| | 22000 | 74,2 | 37,4 | 10,1 | 250 | 47,0 | 33,4 | 10,1 | 100 |
| | 27000 | 82,2 | 38,3 | 11,4 | 250 | 52,0 | 34,3 | 11,4 | 100 |
| 100000 | 33000 | 90,8 | 39,2 | 2,5 | 250 | 57,0 | 35,1 | 2,5 | 100 |
| | 39000 | 98,7 | 40,0 | 2,9 | 250 | 62,0 | 35,8 | 2,9 | 100 |
| | 47000 | 108,0 | 40,7 | 3,3 | 250 | 69,0 | 36,7 | 3,3 | 100 |
| | 56000 | 118,0 | 41,5 | 3,9 | 250 | 75,0 | 37,5 | 3,9 | 100 |
| | 68000 | 130,0 | 42,3 | 4,5 | 250 | 82,0 | 38,3 | 4,5 | 100 |
| | 82000 | 143,0 | 43,1 | 5,2 | 250 | 91,0 | 39,2 | 5,2 | 100 |

Продолжение

| R_3 , Ом | R_n , Ом | Номинальная мощность рассеяния, Вт | | | | | | | |
|------------|------------|------------------------------------|----------|---------------|-----------|-------------------|----------|---------------|-----------|
| | | $\geq 0,25$ | | | | 0,062; 0,1; 0,125 | | | |
| | | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт | U_1 , В | D , дБ | Δ , дБ | P , мВт |
| 100000 | 100000 | 158 | 44,0 | 6,0 | 250 | 100 | 40,0 | 6,0 | 100 |
| | 120000 | 173 | 44,8 | 6,8 | 250 | 110 | 40,8 | 6,8 | 100 |
| | 150000 | 194 | 45,8 | 8,0 | 250 | 122 | 41,7 | 8,0 | 100 |
| | 180000 | 212 | 46,5 | 8,9 | 250 | 134 | 42,5 | 8,9 | 100 |
| | 220000 | 234 | 47,5 | 10,1 | 250 | 148 | 43,4 | 10,1 | 100 |
| | 270000 | 250 | 48,0 | 11,4 | 232 | 164 | 44,3 | 11,4 | 100 |
| | 330000 | 250 | 48,0 | 12,7 | 190 | 182 | 45,2 | 12,7 | 100 |
| | 390000 | 250 | 48,0 | 13,8 | 160 | 198 | 45,9 | 13,8 | 100 |
| | 470000 | 250 | 48,0 | 15,1 | 133 | 217 | 46,7 | 15,1 | 100 |
| | 560000 | 250 | 48,0 | 16,4 | 112 | 237 | 47,5 | 16,4 | 100 |
| | 680000 | 250 | 48,0 | 17,8 | 92 | 250 | 48,0 | 17,8 | 92 |
| | 820000 | 250 | 48,0 | 19,3 | 76 | 250 | 48,0 | 19,3 | 76 |
| | 1,0 МОм | 250 | 48,0 | 20,8 | 63 | 250 | 48,0 | 20,8 | 63 |
| | 1,2 МОм | 250 | 48,0 | 22,3 | 52 | 250 | 48,0 | 22,3 | 52 |
| | 1,5 МОм | 250 | 48,0 | 24,1 | 41,7 | 250 | 48,0 | 24,1 | 41,7 |
| | 1,8 МОм | 250 | 48,0 | 25,6 | 34,7 | 250 | 48,0 | 25,6 | 34,7 |
| | 2,2 МОм | 250 | 48,0 | 27,2 | 28,4 | 250 | 48,0 | 27,2 | 28,4 |
| | 2,7 МОм | 250 | 48,0 | 28,9 | 23,2 | 250 | 48,0 | 28,9 | 23,2 |
| | 3,3 МОм | 250 | 48,0 | 30,6 | 18,9 | 250 | 48,0 | 30,6 | 18,9 |
| | 3,9 МОм | 250 | 48,0 | 32,0 | 16,0 | 250 | 48,0 | 32,0 | 16,0 |
| | 4,7 МОм | 250 | 48,0 | 33,6 | 13,3 | 250 | 48,0 | 33,6 | 13,3 |
| | 5,6 МОм | 250 | 48,0 | 35,1 | 11,2 | 250 | 48,0 | 35,1 | 11,2 |
| | 6,8 МОм | 250 | 48,0 | 36,8 | 9,2 | 250 | 48,0 | 36,8 | 9,2 |
| | 8,2 МОм | 250 | 48,0 | 38,4 | 7,6 | 250 | 48,0 | 38,4 | 7,6 |
| | 10 МОм | 250 | 48,0 | 40,1 | 6,2 | 250 | 48,0 | 40,1 | 6,2 |
| | 12 МОм | 250 | 48,0 | 41,7 | 5,2 | 250 | 48,0 | 41,7 | 5,2 |
| | 15 МОм | 250 | 48,0 | 43,5 | 4,2 | 250 | 48,0 | 43,5 | 4,2 |
| | 18 МОм | 250 | 48,0 | 45,2 | 3,5 | 250 | 48,0 | 45,2 | 3,5 |
| | 22 МОм | 250 | 48,0 | 46,9 | 2,8 | 250 | 48,0 | 46,9 | 2,8 |

При применении аппаратуры, позволяющей автоматически учесть соотношение между $R_{нз}$ и R_3 , допускается характеризовать нелинейные свойства резистора коэффициентом нелинейности, выраженном в процентах

$$K = \frac{E_3}{U_1} 100$$

или в относительных логарифмических единицах

$$K = 20 \lg \frac{E_3}{U_1}.$$

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.2. Значение напряжения третьей гармоники, образующейся в резисторе, пропорционально кубическому значению напряжения основной частоты. Это дает возможность определить электро-движущую силу третьей гармоники для более высокого напряжения, чем напряжение, при котором проводят проверку, например вследствие ограничения измерительной аппаратуры.

В этом случае э.д.с. третьей гармоники определяют по формуле

$$E_3 = E_3' \left(\frac{U_1}{U_1'} \right)^3,$$

где E_3 — э.д.с. третьей гармоники, соответствующая более высокому напряжению U_1 ;

E_3' — э.д.с. третьей гармоники, соответствующая фактическому испытательному напряжению U_1' .

3.3. Нелинейность резисторов можно характеризовать также уровнем третьей гармоники, выраженном в дБ:

$$A_3 = 20 \lg \frac{E_3}{U_1^3},$$

где E_3 выражена в микровольтах, а U_1^3 — в вольтах.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21.02.78 № 508

2. Стандарт полностью соответствует Публикации МЭК 440, СТ СЭВ 5973—87

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер раздела |
|---|---------------|
| ГОСТ 21342.0—75 | Вводная часть |

5. Ограничение срока действия снято Постановлением Госстандарта от 20.10.92 № 1415

6. ИЗДАНИЕ (январь 2001 г.) с Изменением № 1, утвержденным в мае 1988 г. (ИУС 7—88)

Редактор *В.Н. Колысов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Вареницова*
Компьютерная перстка *В.И. Грищенко*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 31.01.2001. Подписано в печать 26.02.2001. Усл. печ. л. 0,93.
Уч.-изд. л. 0,65. Тираж 144 экз. С 385. Зак. 216.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.

Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Физинал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.

Плр № 080102