ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ГОСТ 23089.15—90

Издание официальное

БЗ 2—90/73

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.3.049.77.083.5:006.354 Группа Э20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

Метод измерения частоты полной мощности операционных усилителей

Integrated circuits. Method of measuring full power frequency of operational amplifiers

ГОСТ 23089.15—90

ОКП 62 3100

Срок действия с 01.07.91
до 01.07.96

Настоящий стандарт устанавливает метод измерения частоты полной мощности f_P операционных усилителей (далее — ОУ).

Расчет значения частоты полной мощности по известному значению максимальной скорости нарастания выходного напряжения приведен в приложении 1.

Общие требования и требования безопасности — по ГОСТ 23089.0.

1. УСЛОВИЯ И РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Метод основан на нахождении максимальной частоты, на которой коэффициент гармоник $K_г$ выходного напряжения ОУ при максимальном размахе выходного напряжения не превышает значения, установленного в ТУ на ОУ конкретных типов.

1.2. Измерение f_P проводят при подаче на вход ОУ переменного напряжения синусоидальной формы при инвертирующем или неинвертирующем включении ОУ.

1.3. Коэффициент усиления схемы включения с отрицательной обратной связью $K_{y.u\,oc}$, при котором измеряют частоту полной мощности f_P, выбирают из ряда 1, 2, 5, 10.

1.4. Электрический режим и условия измерения должны соответствовать установленным в ТУ на ОУ конкретных типов.

2. АППАРАТУРА

2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на чертеже.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1990

2.2. Сопротивления резисторов (R_1—R_3) в омах при инвертирующем включении ОУ должны быть выбраны из следующих условий

$$R_1 > 10\ R_{\text{вых } G1}; \tag{1}$$

$$R_3 = K_{y,U\,\text{ос}}\,(R_1 + R_{\text{вых } G1}); \tag{2}$$

$$R_2 = \frac{R_3\,(R_1 + R_{\text{вых } G1})}{R_3 + (R_1 + R_{\text{вых } G1})}, \tag{3}$$

где $R_{\text{вых}G1}$ — выходное сопротивление источника переменного напряжения $G1$, Ом.

2.3. Сопротивления резисторов (R_1—R_3) в омах при неинвертирующем включении с коэффициентом $K_{y,U\,\text{ос}} > 1$ должны быть выбраны из следующих условий

$$R_2 > 10\ R_{\text{вых } G1}; \tag{4}$$

$$R_1 = \frac{R_3}{K_{y,U\,\text{ос}} - 1}; \tag{5}$$

$$R_2 + R_{\text{вых } G1} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3}. \tag{6}$$

Сопротивление резистора (R_5) в омах выбирают из условия

$$\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{\text{вх } PV}} + \frac{1}{R_{\text{вх } DS}} + \frac{1}{R_{\text{вх } P}} = \frac{1}{R_{\text{н}}}, \tag{7}$$

где $R_{\text{вх } PV}$ — входное сопротивление измерителя PV, Ом;

$R_{\text{вх } DS}$ — входное сопротивление устройства выборки и хранения DS, Ом;

$R_{\text{вх } P}$ — входное сопротивление измерителя нелинейных искажений P, Ом;

$R_{\text{н}}$ — сопротивление нагрузки, установленное в ТУ на ОУ конкретных типов, Ом.

2.4. Сопротивления резисторов R_2 и R_3 в омах при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U\,\text{ос}} = 1$ должны быть равны нулю, а резисторы R_1, R_4 и устройства выборки и хранения DS исключены.

Сопротивление резистора (R_5) в омах выбирают из условия

$$\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{\text{вх } PV}} + \frac{1}{R_{\text{вх } P}} = \frac{1}{R_{\text{н}}}. \tag{8}$$

2.5. Сопротивление резистора R_4 в омах выбирают из условия

$$R_4 > 100\ R_2. \tag{9}$$

2.6. Допустимые отклонения сопротивления резисторов R_1—R_5 должны быть в пределах ±0,5 %.

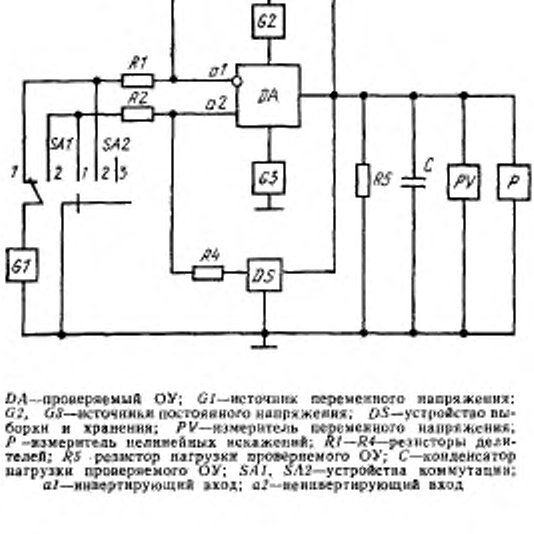
2.7. Источник переменного напряжения *G1* должен обеспечивать установление и поддержание на время измерения переменного напряжения синусоидальной формы U_1, установленного в ТУ на ОУ конкретных типов с погрешностью в пределах ±3 % в диапазоне частот от f_0 до $f_в$.

Частоту f_0 указывают в ТУ на ОУ конкретных типов, а частоту $f_в$ выбирают из условия

$$f_в \geqslant 1{,}1\ f_{P\,max}, \qquad (10)$$

где $f_в$ — верхний предел измерения частоты полной мощности ОУ на установке, Гц;

$f_{P\,max}$ — максимальное значение частоты полной мощности ОУ, Гц.



DA—проверяемый ОУ; *G1*—источник переменного напряжения; *G2*, *G3*—источники постоянного напряжения; *DS*—устройство выборки и хранения; *PV*—измеритель переменного напряжения; *P*—измеритель нелинейных искажений; *R1*—*R4*—резисторы делителей; *R5*—резистор нагрузки проверяемого ОУ; *C*—конденсатор нагрузки проверяемого ОУ; *SA1*, *SA2*—устройства коммутации; *a1*—инвертирующий вход; *a2*—неинвертирующий вход

Коэффициент гармоник выходного напряжения источника *G1* в диапазоне частот от f_0 до $f_в(K_{г1})$ должен удовлетворять условию

$$K_{г1} \leqslant \frac{1}{3} \cdot K_{г0\,max}, \qquad (11)$$

где $K_{г0\,max}$ — максимальное значение коэффициента гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f_0 при максимальном выходном напряжении ОУ, установленное в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

2.8. Источники постоянного напряжения *G2* и *G3* должны обеспечивать установление и поддержание напряжения питания, установленного в ТУ на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах ±1%.

2.9. Измеритель переменного напряжения *PV* должен обеспечивать измерение напряжения на выходе проверяемого ОУ $U_{вых}$ с погрешностью в пределах ±2% в диапазоне частот от f_0 до $f_в$.

2.10. Измеритель нелинейных искажений *P* должен обеспечивать измерение коэффициента гармоник напряжения на выходе проверяемого ОУ с погрешностью в пределах ±10% в диапазоне частот от f_0 до $f_в$.

2.11. Емкость конденсатора (C) в пикофарадах выбирают из условия

$$C = C_н - C_п - C_{PV} - C_P - C_{DS}, \qquad (12)$$

где $C_п$ — емкость нагрузки, установленная в ТУ на ОУ конкретных типов, пФ;

$C_п$ — паразитная емкость выходной цепи проверяемого ОУ, пФ;

C_{PV} — входная емкость измерителя *PV*, пФ;

C_P — входная емкость измерителя *P*, пФ;

C_{DS} — входная емкость устройства выборки и хранения *DS*, пФ.

2.12. Устройство выборки и хранения *DS* и резистор R_4 должны обеспечивать балансировку ОУ с погрешностью, указанной в ТУ на ОУ конкретных типов.

Устройство *DS* и резистор (R_4) исключают из электрической структурной схемы измерительной установки, если выполняется условие

$$U_{см\,max} \cdot K_{у.U\,ос} \leqslant 0{,}01\ U_{вых\,max}, \qquad (13)$$

где $U_{см\,max}$ — абсолютное максимальное значение напряжения смещения нуля проверяемого ОУ, В;

$U_{вых\,max}$ — абсолютное максимальное значение выходного напряжения проверяемого ОУ, В.

2.13. Рекомендации по выбору приборов для автоматизированных измерений частоты полной мощности ОУ приведены в приложении 2.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

3.2. Устанавливают переключатели *SA1* и *SA2* в положение 1 для измерения f_P при инвертирующем включении ОУ или переводят переключатели *SA1* и *SA2* в положение 2 при измерении f_P при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U\,oc}>1$; или переводят переключатель *SA1* в положение 2, а *SA2* — в положение 3 при измерении f_P при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U\,oc}=1$.

3.3. На ОУ подают напряжения питания от источников *G2* и *G3*.

3.4. Включают устройство выборки и хранения *DS* в режим выборки и компенсируют напряжение смещения нуля ОУ, при этом выходное напряжение источника *G1* должно быть равно нулю.

3.5. Переводят устройство *DS* в режим хранения.

3.6. Подают от источника *G1* переменное напряжение U_1 с частотой f_0.

Измеряют измерителем *PV* выходное напряжение ОУ $U_{вых}$ и коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ $K_{г0}$ измерителем *P*. Увеличивают переменное напряжение U_1 на выходе источника *G1* до такого значения, при котором выполняется условие

$$K_{г0}=K_{г0\,max}, \qquad (14)$$

где $K_{г0,\,max}$ — максимально допустимый коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f_0, установленный в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

Не изменяя переменное напряжение U_1 увеличивают его частоту до такого значения f, при котором выполняется условие

$$K_{г\,f}=K_{г\,fP\,max}, \qquad (15)$$

где $K_{гf}$ — коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f, %;

$K_{гfP\,max}$ — максимально допустимый коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте полной мощности f_P, установленной в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

Регистрируют частоту переменного напряжения, равную частоте полной мощности f_P проверяемого ОУ.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Показатели точности измерений полной мощности ОУ должны соответствовать установленным в ТУ на ОУ конкретных типов.

Интервал, в котором с установленной вероятностью 0,997 находится погрешность измерения, рассчитывают по формулам, приведенным в приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ПО ИЗВЕСТНОМУ ЗНАЧЕНИЮ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ НАРАСТАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОУ

Если для ОУ известно значение максимальной скорости нарастания выходного напряжения $V_{U\,вых}$, то частоту полной мощности допускается рассчитывать по приближенной формуле

$$f_P = \frac{V_{U\,вых}}{2\pi U_{0\,max}}, \qquad (16)$$

где $U_{0\,max}$ — максимальное выходное напряжение ОУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ОУ

В качестве измерителя переменного напряжения *PV*, измерителя нелинейных искажений *P* и источника переменного напряжения синусоидальной формы *G1* рекомендуется применять приборы, имеющие выход на шину IEEE—488.

Для автоматизированного измерения частоты полной мощности ОУ рекомендуется применять следующие типы приборов: В3—63, В7—34, С6—12, Г3—122, Г4—164 или аналогичные.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ОУ

1. Определение показателей точности

1.1. Погрешность (δ_1), вызванную неточностью установления и поддержания переменного напряжения источника *G1*, рассчитывают по формуле

$$\delta_1 = \frac{\Delta f_{P1}}{f_{P\,\min}}, \qquad (17)$$

где f_{P1} — значение изменения частоты полной мощности f_P, вызванное неточностью установления и поддержания переменного напряжения, Гц;

$f_{P\,\min}$ — минимальное значение f_P проверяемого ОУ, Гц.

1.1.2. Погрешность (δ_2), вызванную неточностью установления и поддержания частоты переменного напряжения источника *G1*, рассчитывают по формуле

$$\delta_2 = \delta f_{G1}, \qquad (18)$$

где δf_{G1} — относительная погрешность установления и поддержание частоты переменного напряжения источника *G1*.

1.1.3. Погрешность (δ_3), вызванную неточностью установления и поддержания напряжения питания ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_3 = \frac{\Delta f_{P2}}{f_{P\,\min}}, \qquad (19)$$

где f_{P2} - значение изменения f_P, вызванное неточностью установления и поддержания напряжения питания, Гц.

1.1.4. Погрешность (δ_4), вызванную конечным значением коэффициента усиления $K_{У,\,U\,ос}$ схемы включения ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_4 = \frac{\Delta f_{P3}}{f_{P\,\min}}, \qquad (20)$$

где Δf_{P3} — значение изменения f_P, вызванное конечным значением коэффициента усиления $K_{У,\,U\,ос}$ схемы включения ОУ, Гц.

1.1.5. Погрешность (δ_5), вызванную отклонением сопротивления нагрузки R_5 проверяемого ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_5 = \frac{\Delta f_{P4}}{f_{P\,\min}}, \qquad (21)$$

где Δf_{P4} — значение изменения f_P, вызванное отклонением сопротивления нагрузки проверяемого ОУ, Гц.

1.1.6. Погрешность (δ_6), вызванную отклонением емкости нагрузки C проверяемого ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_6 = \frac{\Delta f_{P5}}{f_{P\,min}}, \qquad (22)$$

где Δf_{P5} — значение изменения f_P, вызванное отклонением емкости нагрузки проверяемого ОУ, Гц.

1.1.7. Погрешность δ_7, вызванную шумовыми параметрами проверяемого ОУ, определяют экспериментально статистической обработкой результатов измерений конкретных типов ОУ.

1.1.8. Погрешность (δ_8), вызванную погрешностью измерителя PV, рассчитывают по формуле

$$\delta_8 = \delta_{PV}, \qquad (23)$$

где δ_{PV} — относительная погрешность измерителя переменного напряжения PV.

1.1.9. Погрешность (δ_9), вызванную погрешностью измерителя P, рассчитывают по формуле

$$\delta_9 = \delta_P, \qquad (24)$$

где δ_P — относительная погрешность измерителя коэффициента гармоник P.

1.1.10. Погрешность (δ_{10}), вызванную наличием гармонических искажений в выходном напряжении источника $G1$, рассчитывают по формуле

$$\delta_{10} = \frac{\Delta f_{P4}}{f_{P\,min}}, \qquad (25)$$

где Δf_{P4} — значение изменения f_P, вызванное наличием гармонических искажений в выходном напряжении источника $G1$, Гц.

2. Погрешность измерения

2.1. Интервал (δ_Σ), в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения частоты полной мощности, рассчитывают по формуле

$$\delta_\Sigma = \pm K_\Sigma \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_3}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_4}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_5}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_6}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_7}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_8}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_9}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2}. \qquad (26)$$

где K_Σ — коэффициент, зависящий от закона распределения погрешности измерения и установленной вероятности P_Σ. $K_\Sigma = 2{,}97$ для нормального закона распределения, $P_\Sigma = 0{,}997$;

K_1, K_2 — коэффициенты, зависящие от законов распределения частных погрешностей. Для частной погрешности с нормальным законом распределения $K_1 = 2{,}97$. Для частной погрешности с равномерным законом распределения $K_2 = 1{,}72$.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТЧИКИ

А. К. Атанасян, А. В. Бильштейн, В. А. Зайко, М. Н. Коробкова, Е. Г. Татевосян, И. А. Туманова

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 30.03.90 № 698

3. Срок проверки — 1995 г. Периодичность проверки — 5 лет

4. В стандарт введен международный стандарт МЭК 748—3—86

5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 23089.0—78	Вводная часть

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Е. А. Богачкова*

gost.e-ecolog.ru

Сдано в наб. 13.04.90 Подп. в печ. 27.07.90 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,54 уч.-изд. л. Тир. 10 000

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лядин пер., 6. Зак. 1815