

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.317.77

ИЗМЕРИТЕЛЬ МАЛЫХ ТОКОВ
С АВТОНОМНЫМ ПИТАНИЕМ

© 2021 г. В. Н. Вьюхин

Поступила в редакцию 12.03.2021 г.
После доработки 17.03.2021 г.
Принята к публикации 18.03.2021 г.

DOI: 10.31857/S0032816221040273

Для задач, связанных с измерением проводимости и вольт-амперных характеристик кристаллических структур в лабораторных и полевых условиях, разработан измеритель малых токов с автономным питанием. Прибор может использоваться в составе измерительной аппаратуры или автономно. Использование для этих целей универсальных приборов (пикоамперметр А2-1, электрометрический вольтметр В7-49) не всегда целесообразно в связи с необходимостью сети и высокими массогабаритами.

Принципиальная схема прибора представлена на рис. 1. Измеритель выполнен на микросхеме M_1 двоярного операционного усилителя LM6042, имеющего входной ток 2 фА, ток потребления от источника питания <50 мкА. Малый ток потребления позволяет использовать для двоярного питания две литиевые батарейки LIR2032 (CR2032) напряжением ± 3.7 В и емкостью 0.22 А · ч.

Усилитель выполнен по типовой схеме трансимпедансного усилителя. Первый каскад M_{1-1} преобразует входной ток в напряжение с коэффициентом 1 В/пкА и 1 В/100 пкА соответственно для шкал 1 и 100 нА. Второй каскад M_{1-2} с коэффициентом передачи -1 используется для кор-

рекции смещения нуля и масштаба всего тракта соответственно переменными резисторами R_4 и R_5 . Резисторы R_1 и R_6 – защитные для входа и выхода прибора. Трансимпедансные резисторы $R_2 = 1$ ГОм и $R_3 = 10$ МОм – чипы типа VISHAY CRHV1206, допуск 1%, температурный коэффициент 10^{-4} °С $^{-1}$. Во избежание утечек ножка 2 (инверсный вход микросхемы M_{1-1}) отогнута, и монтаж высокоомных цепей микросхемы M_{1-1} выполнен “по воздуху”.

Печатная плата размещена в металлическом корпусе размером 50 × 50 × 44 мм. На передней панели прибора установлены разъем LEMO для подключения входного сигнала, минитумблеры K_1 , K_2 для включения/выключения питания и переключения диапазона, клемма заземления корпуса.

Подстройка нуля и масштаба проводилась при подаче на вход напряжения через внешний резистор 1 ГОм и измерении выходного сигнала интегрирующим вольтметром. Класс используемых приборов 0.25%, допуск на резистор 1%.

В комплект прибора входит мультиметр с погрешностью в режиме измерения напряжения

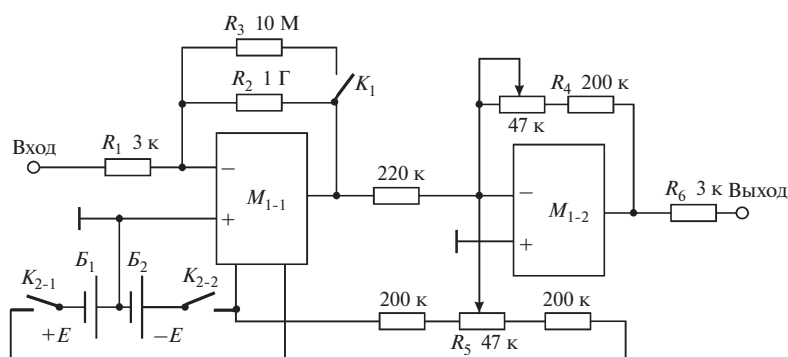


Рис. 1. Принципиальная схема измерителя. M_1 – LM6032; R_4 , R_6 – СП3-19а; K_1 , K_2 – микротумблеры MTS-103, MTS-203 соответственно; B_1 , B_2 – CR2032.

$<0.5\%$ (MASTECH MY65). При измерении проводимости высокоомных материалов в ручном режиме прибор включается в разрыв нулевой шины, выходной сигнал измеряется мультиметром. В режиме автоматического измерения вольт-амперной характеристики выходной сигнал подключается к компьютеру через подходящую плату ввода аналоговых сигналов. Для снижения помех необходимо использовать для ввода интегрирующие (дельта-сигма) аналого-цифровые преобразователи, способные полностью подавить помеху 50 Гц.

Технические характеристики прибора. Две шкалы измерения: 1 и 100 нА; входной сигнал $\pm(1 \text{ пкА} - 100 \text{ нА})$, выходной сигнал $0 \pm 1 \text{ В}$; погрешность измерения не более $2\% \pm 2 \text{ пкА}$ на шкале 1 нА и $2\% \pm 200 \text{ пкА}$ на шкале 100 нА; ток потребления $<100 \text{ мкА}$; полоса пропускания $\sim 100 \text{ Гц}$; время установления $<5 \text{ мс}$.

Адрес для справок: Россия, 383090, Новосибирск, ул. Коптюга, 1, Институт автоматики и электротехники СО РАН. E-mail: vvn @.iae.nsk.su