$$\frac{t_0}{2r} = \int_{\gamma}^{\beta} [(\gamma - b)\operatorname{ctg}\theta - 1]e^{\mu(\theta-\gamma)}d\theta - \int_{\alpha}^{\gamma} [(\gamma - b)\operatorname{ctg}\theta + 1]e^{\mu(\theta-\gamma)}d\theta.$$

Из графиков m_* и t_*, приведенных на рис. 2а, б, следует, что в результате неоднородности, вызванной, например, нейтронным облучением, температурным градиентом и др., предельные усилия и момент возрастают, а m_0 и t_0 соответствуют однородному случаю.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Olszak W., Urbanowski W.* Non homogeneous thick-walled elastic-plastic spherical shell subjected to internal and external pressures // Rozpr. — 1956 — Inz., 4, № 1 — P. 23 — 56.
2. *Ольшак В., Рыкленский Я., Урбановский В.* Теория пластичности неоднородных тел.—М.: Мир, 1964.—156 с.
3. *Гордон В. А.* Несущая способность неоднородной оболочки // Работы по механике сплошных сред: Сб. науч. тр.—Тула: 1975.—С. 12—16.
4. *Ильюшин А. А., Огибалов П. М.* О прочности оболочек толстостенного цилиндра и полого шара, подвергнутых облучению // Инж. сб.—1960.—№ 28.—С. 86—92.
5. *Rogozinski W.* Some problems of thermo-plastisity of a spherical shell // Proc IUTAM Symposium. — Warsaw, 1958. — P. 17 — 32.
6. *Дорофеева В. М., Курчанова М. В.* Напряжения в многослойном неоднородном упругопластическом шаре // Прикл. пробл. прочности и пластичности.—1978.— № 8.—С. 75—83.
7. *Gurushankar G. A.* A note on the yielding of an accelerating non-homogeneous disc of varying thickness and density with radial loading // Strain Anal. — 1978. — 13. № 1. — P. 59 — 63.
8. *Задоян М. А.* Пластическое течение конусообразных тел // ПММ.—1983. № 2.— С. 209—218.

И-т мех. АН Арм.ССР

28. XI. 1986

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 2, 1989, с. 60—63.

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.317.754

СИМОНЯН Р. А., ШАШИКЯН С. А.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Описано устройство, позволяющее измерять выходное сопротивление лабораторных источников питания, работающих в режимах стабилизации напряжения и тока. Устройство работает по принципу переключаемой нагрузки измеряемого источника питания с одновременно измеряемым изменением выходного тока напряжения при помощи запоминающего элемента. Устройство обеспечивает измерение выходного сопротивления источников напряжения или тока с точностью 1,5% при напряжениях источников 0—50 *В* и при токах до 5 *А*.

Ил. 3. Библиогр.: 2 назв.

Նկարագրված է լաբորատոր սնուցման աղբյուրների անկայունության գործակցի ավտոմատ չափիչ։ [illegible] սնուցման աղբյուրները կարող են աշխատել [illegible] ռեժիմով, [illegible] կայունացուցիչ [illegible] սարքը [illegible] սնուցման աղբյուրների լարման կամ հոսանքի անկայունության գործակցի չափումը 0,05 %-ի ճշտությամբ և կարող է աշխատել լաբորատոր կամ գործարանային պայմաններում, ավտոմատ [illegible] համակարգերում [illegible] սնուցման աղբյուրների [illegible] ժամանակ։

Описано устройство для измерения выходного сопротивления лабораторных источников питания, работающих в режиме источника тока или же источника напряжения. Устройство обеспечивает измерение выходного сопротивления источников напряжения или тока с точностью 1,5% при напряжениях источников 0—50 *В* и при токах до 5,0 *А*. Измеритель может найти применение в лабораторных или заводских условиях, в системах автоматического контроля и разработки источников питания.

Разработаны и выпускаются ряд приборов для измерения или регистрации параметров источников питания [1, 2]. Однако, выпускаемые приборы не имеют возможности для быстрого измерения параметров, характеризующих основные качественные показатели источников питания. Такими параметрами являются выходное сопротивление, коэффициент нестабильности и др. Разработанный прибор позволяет произвести автоматическое измерение выходного сопротивления и разработку источников питания по этому параметру.

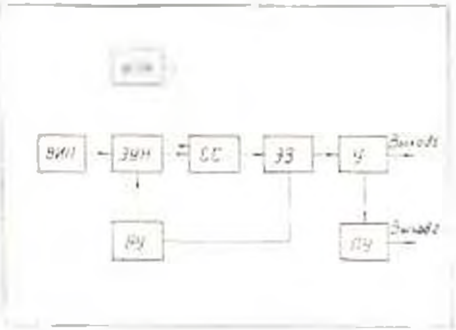

Рис. 1. Структурная схема устройства.

Структурная схема разработанного устройства (рис. 1) состоит из блока управления (БУ), выполняющего основные операции управления прибором на базе цифровой логики (возможна реализация блока управления на базе микропроцессора), блока электронно-управляемых нагрузок (ЭУН), обеспечивающего подключение или отключение установленных в блоке активных нагрузок к выходу измеряемого источника питания (ИИП) схемы сравнения (СС), источника опорного напряжения (ИОН), запоминающего элемента (ЗЭ), усилителя (У) и порогового устройства (ПУ). Выходное напряжение ИИП при подключенной нагрузке подается к одному из выходов схем сравнения, к второму входу которого подается выходное напряжение ИОН. Выходное напряжение СС подается к элементу запоминания, затем меняется величина нагрузки на выходе ИИП. Вариация нагрузки вызывает изменение выходного напряжения ИИП, что приводит к изме-

нению напряжения на выходе схемы сравнения. Разность предыдущего и текущего значений напряжения подается к входу усилительного каскада, а после усиления—к входу порогового устройства (ПУ) и прибора. Усиленное разностное напряжение с выхода усилителя, будучи пропорциональным величине выходного сопротивления ИИП, измеряется внешним цифровым вольтметром постоянного тока. Кроме того, это напряжение, поданное к входу порогового устройства, приводит к запуску ПУ и включению сигнальной лампы разбраковки, если ее величина превышает заранее установленную величину. На рис. 2 приведена электрическая принципиальная схема измерителя выходного сопротивления, а на рис. 3—схема одной ячейки блока электронно-управляемых нагрузок.

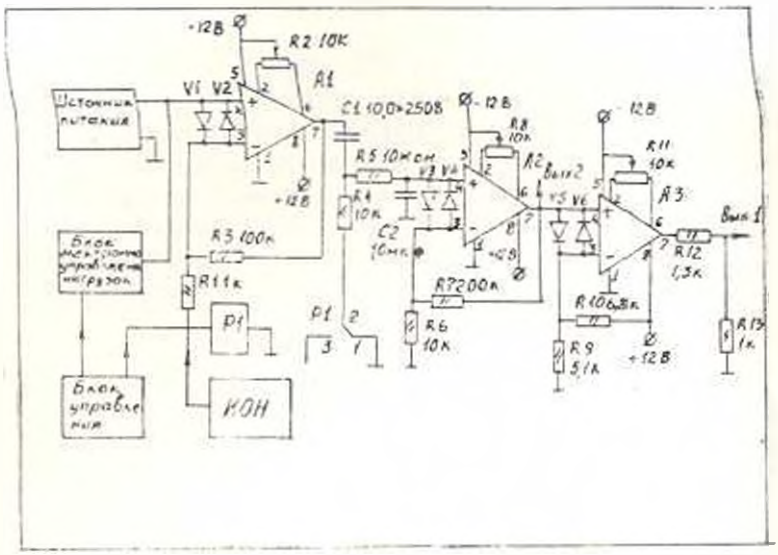

Рис. 2. Электрическая принципиальная схема измерителя: A_1, A_2, A_3 — К140УД8; V_1 — V_4 — КД522А; P_1 — РЭС — 10; C_1 — К76 — 4; P_2, P_8, P_{11} — СП5 — 3; остальные резисторы типа C_2 — 140, 125. (± 1%), C_2 — КМ — 6.

Процесс измерения выходного сопротивления источников питания сводится к следующему. По команде от БУ электронный переключатель подключает к выходу ИИП нагрузку, величина которой определяется конкретным режимом работы источников питания.

Напряжение на нагрузке подается к неинвертирующему входу операционного усилителя A_1, а на инвертирующий вход — напряжение с выхода ИОН. Разность входных напряжений при включенной первоначальной нагрузке усиливается и заряжает конденсатор C1. При этом контакты 1, 2 реле P1 замкнуты и C1 заряжается до полной величины выходного напряжения микросхемы A_1. При поступлении с блока управления следующей команды величина нагрузки в блоке ЭУН меняется и одновременно размыкаются контакты 1, 2 реле P1. Конденсатор C1, будучи заряженным выходным напряжением усилителя A1, размыкается одним концом от общей шины.

Для нового значения нагрузочного резистора на вход усилителя A_2 поступает разность предыдущего и текущего значений выходного напряжения компаратора. Эта разность и будучи пропорциональным выходному сопротивлению ИИП, усиливается и измеряется внешним цифровым вольтметром постоянного тока. Фильтрующая цепочка C_3R_3 предназначена для ослабления влияния пульсации и наводок на точность измерения. С выхода микросхемы A_2 напряжение подается к входу порогового элемента, собранного на A_3 и выполняющего роль компаратора напряжения. На один из входов подается напряжение выхода A_2, а на другой вход — напряжение порога срабатывания (~5 *В*). При превышении порогового напряжения на выходе A_2 срабатывает пороговый элемент и сигнализирует о наличии брака. Резистор R_4 предотвращает скачки напряжения при коммутации реле $P1$. Ячейка электронно-управляемой нагрузки (ЭУН) выполнена на 3-х транзисторах (рис. 3), при этом транзисторы T_1 и T_2 работают составными повторителями, а T_3 работает в режиме ключа. Все ячейки ЭУН имеют идентичное схемное решение и отличаются только величиной подключаемых нагрузочных резисторов $R_н$. При появлении логической единицы на входе ЭУН повышается напряжение на эмиттерах T_1 и T_2, что приводит к полному отпиранию транзистора T_3 и подключению $R_н$ к выходу источника питания. При нулевом напряжении на входе ЭУН, на эмиттерах T_1 и T_2 имеется почти нулевой потенциал, T_3 находится в запертом состоянии, а цепь резистора $R_н$ находится в разомкнутом состоянии. Предел измерения выходного сопротивления, точность измерения и разбраковка определяется коэффициентом усиления каскадов на микросхемах A_1—A_3.

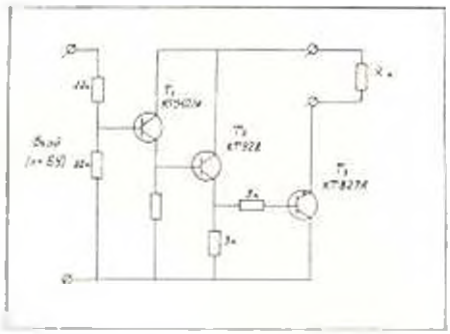

Рис. 3. Электрическая принципиальная схема одной ячейки электронно-управляемой нагрузки.

Величина измеряемого значения выходного сопротивления—50—300 *мОм* при погрешности измерения $\leqslant 1.5\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1 *Рудницкий Б. Л.* Измерение нестабильности электрических напряжений.—М.: 1969.—220 с.

2 Измерители нестабильности напряжения / Под ред. Б. Л. Рудницкого.—М.: 1975.—250 с.

НРФЭ АН АрмССР

10.11.1987