

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО К ЭЛЕКТРОИНТЕГРАТОРУ

К. А. Нетребенко

(Харьков)

Существенным недостатком выпускаемых промышленностью сеточных электроинтеграторов, предназначенных для решения уравнений математической физики, является малая скорость вывода решений. Описываемое в настоящей статье автоматическое измерительное устройство позволяет

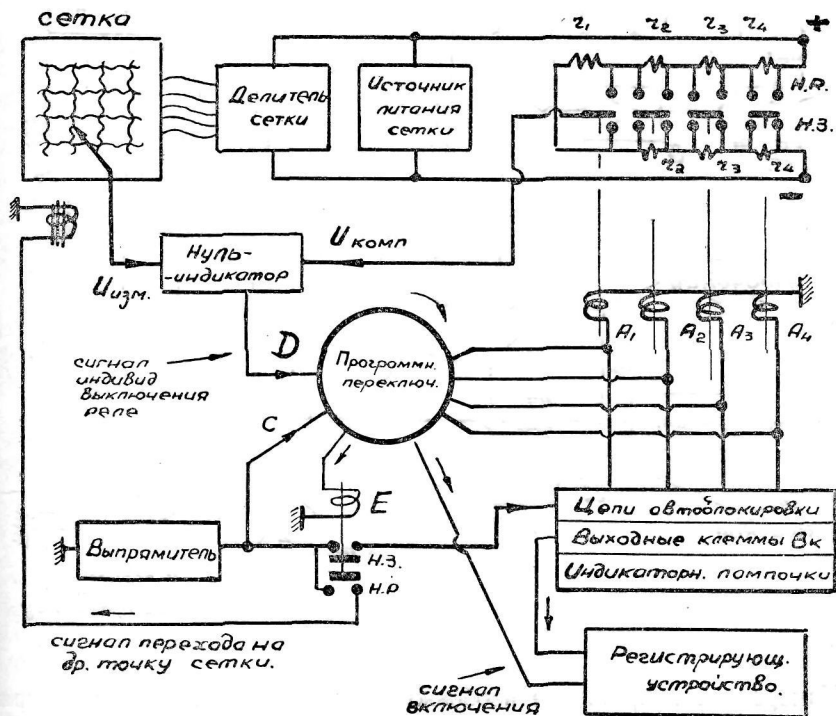


Рис. 1.

значительно ускорить процесс регистрации решений, получаемых на интеграторе. Облегчается также передача полученного решения на машину дискретного счета для дальнейшей обработки.

Принцип действия измерительного устройства поясняется блок-схемой, приведенной на рисунке 1. Более подробная схема приводится на рисунке 2. Для простоты на обеих схемах показаны только четыре разряда измерительного делителя. На практике число их может достигать до 16—20.

Собственно измерительная часть устройства состоит из прецизионного двухплечевого делителя напряжения r_1, r_2, r_3, r_4 с двоичной шкалой со-

противлений $\left[r_1 = \frac{1}{2}, r_2 = \frac{1}{4}, r_3 = \frac{1}{8} \right]$ некоторой условной единицы и т. д. и электронного нуль-индикатора, сравнивающего измеряемое напряжение $u_{изм}$ с компенсационным напряжением $u_{комп.}$, снимаемым с измерительного делителя.

Автоматическая работа устройства обеспечивается программирующим переключателем и системой электромагнитных реле с автоблокировкой, производящих необходимые переключения в измерительном делителе.

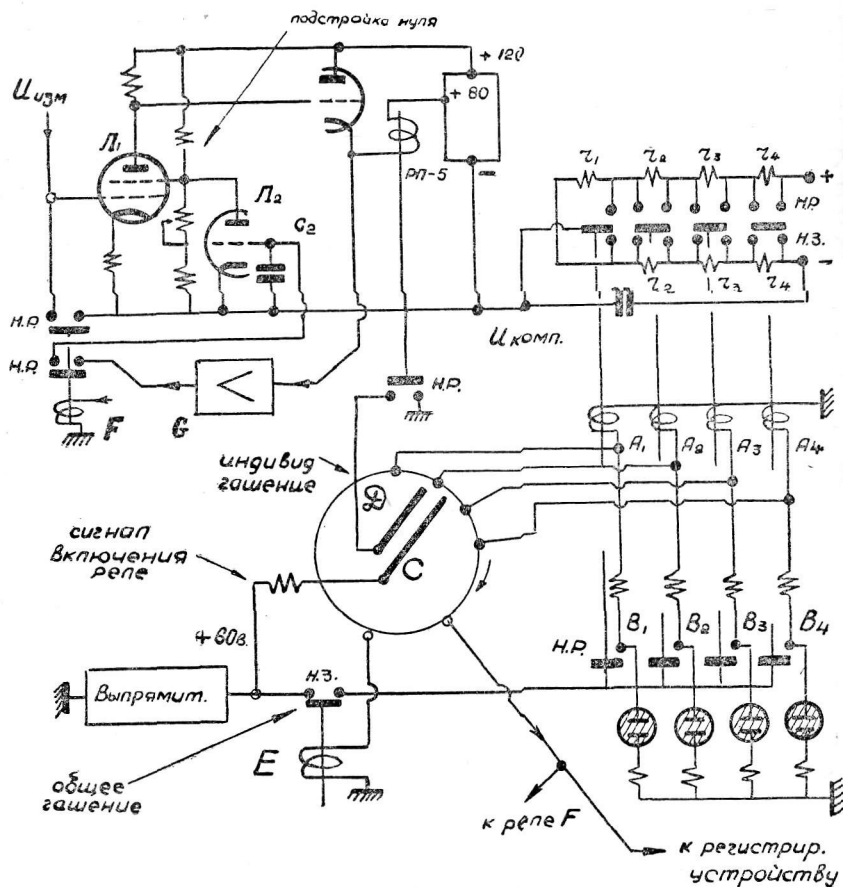


Рис. 2.

Измеренное напряжение изображается в двоичной системе напряжениями на блок-контактах B_k реле [отсутствие напряжения на блок-контакте соответствует нулю в соответствующем разряде, а наличие — единице]. Визуальное считывание показаний производится по неоновым лампочкам, подключенным к блок-контактам.

Процесс измерения происходит следующим образом. Программирующий переключатель с двумя щетками C и D , вращаемыми маломощным электромотором, подключает поочередно обмотки всех реле A_k на короткие промежутки времени сначала к источнику питания, а затем к выходу нуль-индикатора. Благодаря автоблокировке якорь реле остается притянутым и после окончания включающего импульса. Нуль-индикатор все время сравнивает напряжение $u_{комп.}$ с измеряемым напряжением и при условии $u_{комп.} > u_{изм}$ закорачивает щетку D на землю, а при условии $u_{комп.} < u_{изм}$ оставляет ее свободной. Если после включения некоторого

реле имеет место недокомпенсация [т. е. $u_{\text{комп}} < u_{\text{изм}}$], то это реле остается включенным и после подсоединения к нему щетки D . Если же благодаря включению данного реле произошла перекомпенсация, то щетка D немедленно подключается нуль-индикатором к земле и ее подсоединение к обмотке реле приводит к деблокировке реле, так что компенсационное напряжение снова становится меньше измеряемого.

По окончании процесса измерения включается регистрирующее устройство [печатающее устройство, память цифровой машины и т. п.], а затем реле E производит общее гашение измерительных цепей и подает сигнал перехода на новую точку сетки [для этого сетка должна иметь автоматизированную измерительную панель]. После этого начинается следующий цикл измерения.

В момент между окончанием одного и началом следующего измерения происходит также автоматическая корректировка нуля усилителя постоянного тока, входящего в состав нуль-индикатора. Для этого с помощью реле F вход усилителя закорачивается, а вход корректирующей цепи C_2 , L_2 подключается к выходу вспомогательного усилителя G (корректирующие цепи показаны на рисунке 2 в упрощенном виде).

В макете измерительного устройства, собранном по описанной схеме на кафедре математической физики Харьковского университета, применялись телефонные электромагнитные реле и 10-разрядный двоичный измерительный делитель. Пороговая чувствительность нуль-индикатора составляла примерно 10^{-3} вольта. На получение 10-разрядного двоичного результата затрачивалось около трех секунд (т. е. примерно 1 сек. на один десятичный разряд). Для полного снятия поля сеточного интегратора типа ЭИ-12 при такой скорости измерений потребуется не более получаса.

В случае необходимости указанные параметры прибора могут быть улучшены — число двоичных разрядов доведено до 14—17 [4—5 десятичных знаков], а пороговая чувствительность нуль-индикатора повышена на 1—2 порядка. При применении быстродействующих реле и тщательной отработке схемы нуль-индикатора может быть повышена скорость работы. Некоторое видоизменение схемы нуль-индикатора позволит применять описываемый прибор и при питании сетки переменным током.

В ряде случаев может оказаться более целесообразной не двоичная, а двоично-кодированная десятичная шкала. Для перехода на другую шкалу потребуется изменить только величины сопротивлений измерительного делителя, все остальное остается неизменным.

В заключение заметим, что описанная измерительная схема может с успехом применяться в автоматических потенциометрах, предназначенных и для других целей (например, для поверочных работ или в промышленных приборах контроля и регулирования). В некоторых случаях ее применение может обеспечить более высокую точность и скорость работы, чем применение обычных автоматических приборов с непрерывными шкалами. Стоимость такого прибора в комплекте с печатающим устройством может быть значительно ниже стоимости обычного электронного автоматического потенциометра.

Отметим еще, что с помощью несложных дополнительных приспособлений описанное устройство может быть превращено в автоматически действующий мостик Уитстона и в таком виде может использоваться для профилактической проверки сопротивлений сетки или же для быстрого отыскания повреждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Гутенмахер. Электрические модели. АН СССР, 1949.
2. Л. И. Гутенмахер и др. Руководство по электроинтегратору ЭИ-12. АН СССР, 1952.