

Р. Я. БЕРКМАН, Б. Л. БОНДАРУК, И. М. ВИШЕНЧУК,
Р. С. КРАВЦОВ, Л. И. РАХЛИН, М. Г. РЫЛИК,
Э. М. ЧЕХОВСКИЙ, Б. И. ШВЕЦКИЙ
(Львов)

ИНТЕГРИРУЮЩИЙ ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТАМПЕРМЕТР ВК2-20

Закончена разработка и освоено серийный выпуск транзисторного электронного цифрового вольтамперметра ВК2-20 на Львовском производственно-техническом объединении им. В. И. Ленина.

По принципу действия ВК2-20 представляет собой прибор с двойным интегрированием. На рис. 1 приведена его блок-схема. Входное масштабирующее устройство (МУ) состоит из набора переключаемых вручную делителей напряжения и шунтов, а также высокочувствительного усилителя постоянного тока с магнитным модулятором. На выходе МУ сигнал приводится к номинальному уровню 10 В на всех пределах. Измерение производится в двух циклах. В первом цикле, длительность которого равна периоду питающей сети, интегрируется входной сигнал. Результат не изменяется при наличии помехи частоты питающей сети и ее гармоник — основная привлекательная особенность интегрирующих приборов. Во втором цикле, который выбран по длительности тоже равным периоду сети, осуществляется время-импульсное преобразование результата интегрирования путем включения на интегратор (Инт) образцового напряжения. Для того чтобы обойтись без изменения полярности образцового напряжения при

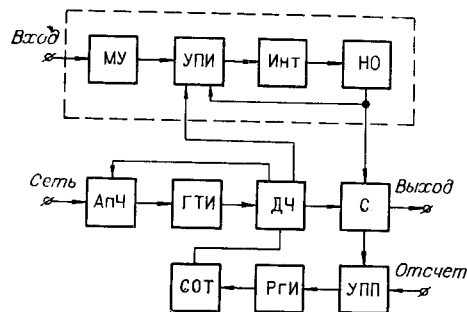


Рис. 1.

смене полярности сигнала, к сигналу в первом цикле добавлено напряжение смещения, делающее его однополярным. Время-импульсное преобразование заканчивается раньше, чем второй цикл; остаток цикла используется для приведения в исходное состояние всех узлов аналоговой части прибора и для выборки дрейфа нуля-органа (НО) путем охвата его отрицательной обратной связью. С этой целью при срабатывании НО образцовое напряжение отключается и выход НО соединяется со входом интегратора, чтобы удерживать его на исходном уровне, равном уровню срабатывания НО. Для осуществления соответствующих переключений на входе интегратора включен узел переключения интегратора (УПИ). Временная диаграмма работы интегратора представлена на рис. 2. На выходе интегратора в первом цикле напряжение возрастает (штриховые линии соответствуют пределам при двух полярностях), а во втором цикле уменьшается. Момент пересечения исходного уровня используется для кодирования величины сигнала. Вся аналоговая часть выполнена «плавающей» вместе со своим питанием и защищена экраном (штриховая линия на рис. 1). Связи между аналоговой и дискретной частями осуществляются с помощью импульсных трансформаторов.

Дискретная часть прибора состоит из устройства формирования базы времени (УФБВ) и отсчетного устройства. УФБВ содержит генератор тактовых импульсов (ГТИ) частотой 250 кГц, делитель частоты ДЧ и устройство автоподстройки частоты (АПЧ). Для автоподстройки используется напряжение сети U_c (частота 50 Гц) из УФБВ, которая сравнивается по фазе с питающей сетью. Фазовый детектор, выполненный на триггере с фильтром, управляет емкостью варикапа и через нее — частотой генератора тактовых импульсов. Слежение за частотой сети помогает достичь высокого подавления помех, когерентных с питающей сетью.

Триггеры значащих разрядов образуют счетчик с емкостью 4000. Поэтому после состояния «3999» появляется состояние «0000». Знаковый разряд дает возможность получить 8000 оцифрованных тактов, из них одну половину с положительным значением измеряемой величины, а другую — с отрицательным. Но для шкалы прибора нужно всего 5000 тактов, поэтому для уменьшения емкости счетчика применена импульсная обратная связь.

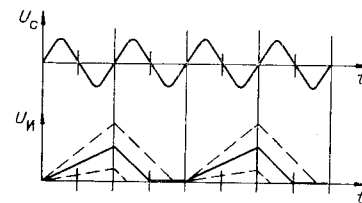


Рис. 2.

В состоянии «12499» счетчик делителя частоты вырабатывает импульс, который сбрасывает его в исходное состояние «01500». Код величины сигнала считывается со счетчика в момент срабатывания НО при переходе линейно падающего напряжения на выходе интегратора через нулевой уровень. В этот момент открывается селектор С и на выход пропускаяется код делителя частоты. При передаче в зависимости от знака код претерпевает изменения. При положительном знаке передается обратный код, а при отрицательном — прямой, с добавлением единицы в младший разряд в соответствии с таблицей. Код на выходе представлен уровнями 0 и -10 В, соответствующими двоичным цифрам 0 и 1; длительность импульсов 2 мкс. Перенос показания в регистр индикатора РгИ осуществляется по выбору либо 25 раз в секунду, либо по запросу извне. Устройство переноса показания (УПП) содержит одновибратор, запускаемый либо от внутреннего сигнала частотой 25 Гц, либо извне импульсом или от кнопки. Показание отсчетного табло изменяется только в момент переноса и не мигает при неизменном входном сигнале.

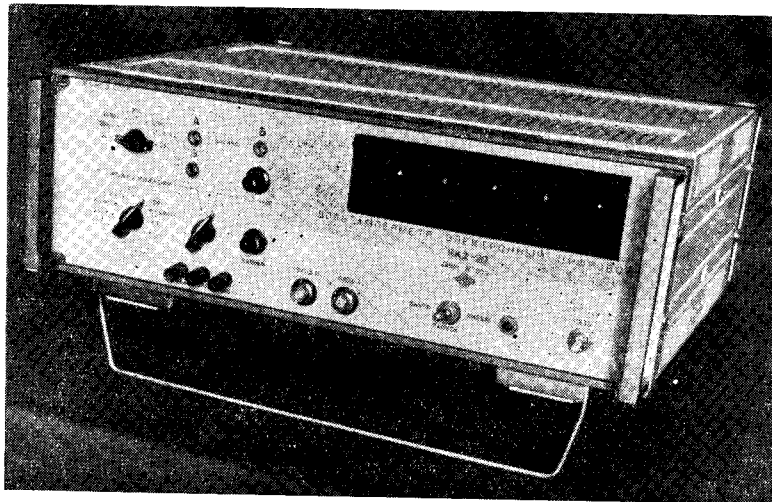


Рис. 3.

В приборе использовано стробоскопическое отсчетное табло (СОТ) [1], в котором лампы индикатора питаются импульсами частотой 250 Гц при скважности 10. Средний ток ламп выбран по 1 мА, что меньше нормы 2,5 мА и должно увеличивать срок службы. Вместе с тем ток в импульсе 10 мА обеспечивает четкое и ровное свечение цифр. Кроме улучшения качества свечения, стробоскопический способ питания табло упрощает конструкцию, так как информация передается в виде фазы анодного строб-импульса и позволяет связать индикаторную лампу с регистром одним проводом вместо десяти при потенциальном управлении.

В приборе применены транзисторные потенциально-импульсные элементы со связями типа ДТЛ и РТЛ [2]. Аналоговые узлы прибора также транзисторные. Усилители постоянного тока (в составе МУ и Инт) собраны с балансными входными каскадами в режиме малых токов. Выходные каскады усилителей — с непосредственной связью, класса В, с дополнительной симметрией. Выходное напряжение усилителя МУ ограничено диодными ограничителями на уровне $\pm 115\%$ предела, чтобы исключить перегрузку интегратора. Нуль-орган очень простой — два усилительных каскада с общим эмиттером. Выходной сигнал НО передается в дискретную часть прибора и согласуется с тактами УФБВ. Узел переключения интегратора Инт содержит ключи на транзисторах и весовые резисторы, к которым подведены напряжения сигнала, смещения и образцовое напряжение. Здесь же осуществляются подстройки двух точек шкалы прибора: точек смены показаний $+0000/+0001$ («Установка нуля») и $+2000/+2001$ («Калибровка»). Интегрирование токов осуществляется с помощью усилителя с параллельной отрицательной обратной связью через конденсатор. Конденсатор выбран пленочный, имеющий малую остаточную поляризацию. Результирующая нелинейность за счет абсорбции конденсатора и конечного усиления усилителя составляет около 0,1% в показании. Она компенсируется специальной неподбираемой цепочкой, меняющей в зависимости от времени крутизну выходного напряжения интегратора во втором цикле.

Магнитный модулятор на второй гармонике состоит из двух полуэлементов с одинаковыми магнитными и конструктивными параметрами и со встречно включенными обмотками возбуждения, что исключает трансформацию напряжения возбуждения в выходную цепь. При подаче измеряемого сигнала возникает м. д. с. сигнальной обмотки, порождающая четные гармоники в выходной обмотке. Используется вторая гармоника,

фаза которой изменяется на 180° при смене полярности входного сигнала и делает устройство чувствительным к полярности. Высокая частота модуляции — 10 кГц — позволяет сократить переходные процессы в тракте до 5 мс . Сопротивление сигнальной обмотки модулятора 10 кОм . Усилитель МУ с модулятором охвачен последовательной отрицательной обратной связью по напряжению глубиной в 40 дБ , благодаря чему статическое входное сопротивление составляет 1 МОм на самом чувствительном по напряжению пределе. Тщательная отработка режима и конструкции магнитного модулятора позволила получить уровень шумов, не намного превышающий тепловые шумы входной обмотки, и реализовать в приборе ВК2-20 дискретность 1 мкВ по напряжению и $0,1 \text{ нА}$ по току.

Прибор обеспечивает измерение напряжений на 6 и токов на 8 шкалах с погрешностью не более $0,2\%$ от измеряемой величины плюс единица дискретности. Подавление последовательной помехи частоты питающей сети 60 дБ , помехи общего вида 120 дБ при времени измерения 40 мс . Внешний вид прибора ВК2-20 представлен на рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Л. Асаевич, И. М. Вишенчук. Стробоскопическое цифровое табло.—Республиканский межведомственный сб. «Контрольно-измерительная техника», вып. 9, Львов, 1970.
2. Я. Н. Гнатив, Э. Б. Казанс, Р. С. Кравцов. О выборе системы логических элементов.—Республиканский межведомственный сб. «Контрольно-измерительная техника», вып. 9, Львов, 1970.

Поступило в редакцию
1 июля 1971 г.

УДК 621.317.7.083.92

П. Н. ДИМИТРАКИ, С. Н. ДИМИТРАКИ
(Кишинев)

МНОГОУСТОЙЧИВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ

Разработка малогабаритных и экономичных устройств цифровой измерительной и счетно-вычислительной техники — одно из важных направлений современной микроэлектроники. Наиболее просто эта задача решается с помощью динамических методов индикации [1], основанных на применении многоустойчивых элементов (МЭ). Наличие индуктивностей затрудняет реализацию широко известных МЭ в интегральном исполнении.

В данной работе приводятся три относительно простые схемы МЭ без индуктивностей, которые работают в разных диапазонах длительностей тактовых импульсов. Все три схемы получены на базе генератора [2, 3], образованного из электрического моста и нуля-органа, совмещающего в себе компаратор и регенеративный ключ.

При замене в этом генераторе зарядного резистора диодом получается МЭ (рис. 1), работающий устойчиво при минимальных длительностях тактовых импульсов $0,5\text{—}1 \text{ мкс}$. В исходном состоянии транзисторы T_1 и T_2 регенеративного ключа заперты напряжением смещения ($U_{см}$) с делителя напряжения на резисторах R_1 и R_2 , конденсатор C разряжен до величины напряжения, равного остаточному напряжению насыщенных транзисторов T_1 и T_2 . При воздействии на вход схемы каждого тактового импульса положительной полярности напряжение на конденсаторе получает приращение и от импульса к импульсу меняется ступенчато. Как только напряжение на конденсаторе незначительно превышает напряжение $U_{см}$, транзисторы открываются и скачком переходят в режим насыщения, а конденсатор разряжается через их малое внутреннее сопротивление. По мере разряда конденсатора эмиттерный ток транзисторов уменьшается и когда достигает величины, равной току выключения регенеративного ключа, транзисторы переходят в режим отсечки, и процесс накопления напряжения на конденсаторе при воздействии тактовых импульсов повторяется.