

пряжению окончания зарядки аккумулятора. На выходе компаратора (вывод 6) ко времени окончания I-го тактового импульса сформируется напряжение высокого уровня (аккумулятор, подключенный к I-му каналу, заряжен), или низкого уровня (аккумулятор разряжен), которое поступает на входы D триггеров микросхем DD3, DD4 всех четырех каналов. В этот момент через дешифратор (входы Y микросхемы DD2) на тактовый вход C I-го триггера поступает импульс низкого уровня, своим спадом (изменением напряжения с -3 В до +3 В), производящий запись информации с информационного входа D. Состояние этого триггера останется неизменным до следующего тактового импульса, т. е. до повторения адреса. Напряжения же с выходов триггера, например, триггера DD3.1 зарядного узла A1, поступают на ключевые транзисторы VT2, VT3, которые включают соответственно зарядный ток (аккумулятор G1, подключенный к каналу с адресом «0», разряжен) и индикатор HL2 "Нет зарядки" красного цвета свечения (аккумулятор заряжен).

Таким образом, в описываемом устройстве используется единственный аналоговый "скользящий" элемент — компаратор DA1, поочередно (как гроссмейстер во время сеанса одновременной игры) принимающий решение по каждому из четырех аккумуляторов: быть ему в течение четырех последующих тактов под зарядкой или же нет.

Тактовые импульсы, следующие с удвоенной частотой сети (98...100 Гц), поступают на вход счетчика DD1 с выхода выпрямителя VD1VD2 через формирователь, образованный элементами R3, C5, VT1, R4. С выходов счетчика тактовая последовательность переключает каналы ЗУ с частотой, близкой к 6 Гц ($f_{\text{такт}} = 2 \cdot f_{\text{сети}} / 16 = 2 \cdot 50 / 16 \approx 6$ Гц), а переключение каждого канала ЗУ происходит с частотой около 1,5 Гц: ($f_{\text{перекл}} = f_{\text{такт}} / 4 = 2 \cdot 50 / 16 / 4 \approx 1,5$ Гц). При этом частота "моргания" индикаторов зарядки HL2 — HL5, при линейном их расположении и отсутствии аккумуляторов в ЗУ (первым импульсом канал включается, а последующим — выключается, т. е. частота "моргания" индикаторов еще в 2 раза ниже), не раздражает пользователя — работа устройства в этом случае напоминает всем известную елочную гирлянду. Если частота "моргания" выбрать большей, например 10 кГц, то световые сигналы индикаторов перестанут быть заметными — устройство не станет привлекать к себе повышенное внимание, а если меньшей — делает неудобным управление часто возникающего неконтакта при подключении к ЗУ аккумулятора с окисленной контактной поверхностью.

Конденсатор C5 предотвращает возможные сбои счетчика DD1 из-за помех в питающей сети. Чтобы избежать выхода из строя микросхем при смене полярности напряжения заряжаемого аккумулятора (из-за его переплюсовки или ошибочного подключения), питание их выбрано двуполярным.

Функцию компаратора (DA1) выполняет ОУ KP140УД1208, обеспечивающий гарантированные параметры при

низком напряжении питания. Он, кроме того, является относительно "медленным" и обеспечивает задержку изменения напряжения на информационном входе D триггеров при поступлении тактового импульса на С-вход, т. е. имеет "встроенный ФНЧ" на выходе.

Светодиод HL1 (зеленого цвета свечения), являющийся индикатором включения устройства в сеть, совместно с резисторами R11 — R13 образует источник образцового напряжения. Соответствующее ему напряжение на инвертирующем входе компаратора DA1 устанавливают резистором R12 равным напряжению заряженного аккумулятора.

Для повышения КПД сглаживание выпрямленного напряжения фильтрующими конденсаторами C1 и C2 происходит только в цепях питания малой мощности. Напряжение питания мало-мощной части устройства стабилизировано параметрическими стабилизаторами R1VD4 и R2VD5.

Все постоянные резисторы — C2-23, подстроечный R12 — СПЗ-19 или, что лучше, многооборотный СП5-2, СП5-14. Конденсаторы — K10-17 и K50-35.

Вместо KP140УД1208 применим его аналог из других серий ОУ, работоспособный при низком напряжении питания. Желательно, чтобы мощные выпрямительные диоды VD1 и VD2 были с барьером Шоттки и возможно меньшим прямым падением напряжения.

Транзисторы серии КТ3102 (VT2—VT9), работающие в ключевом режиме, должны быть с высоким значением коэффициента передачи тока базы. При применении транзисторов с меньшим численным значением этого параметра нагрузочной способности триггеров микросхем окажется недостаточно для введения транзисторов в насыщение (особенно VT2, VT4, VT6, VT8, включающих ток зарядки аккумуляторов). В таком случае придется применить стабилитрон VD4 с большим напряжением стабилизации, например КС139А.

Сетевой блок питания выполнен на имевшемся в наличии трансформаторе мощностью 3 Вт. Действующее значение напряжения на каждой из его обмоток II и III под нагрузкой — 5 В. Можно использовать унифицированные накаливающие трансформаторы серии ТН.

Конструктивно ЗУ выполнено в корпусе, спаянном из пластин фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. В верхней части корпуса имеется кассета для подключения заряжаемых аккумуляторов, а напротив каждого аккумулятора — соответствующий ему индикатор зарядки. В верхней и нижней стенках корпуса в районе размещения сетевого трансформатора просверлены вентиляционные отверстия.

Конденсаторы C6, C7 и C8—C10, шунтирующие цепи питания микросхем, следует расставить на разных участках монтажной платы.

Наладивание правильно собранного устройства несложно. После включения питания должен засветиться индикатор HL1 (зеленого цвета свечения) и "мигать" индикаторы HL2—HL5 (красного свечения). Затем, поочередно замыкая контакты каждого из каналов устрой-

ва, проверьте, гаснет ли при этом соответствующий ему индикатор.

После такой предварительной проверки подключите к любому из каналов устройства заряженный аккумулятор и подстроечным резистором R12 установите на инвертирующем входе компаратора DA1 образцовое напряжение, равное 1,43 В. При этом индикатор зарядного блока этого канала должен светиться.

Работать же с предлагаемым ЗУ еще проще. Протрите контактные поверхности заряжаемых аккумуляторов спиртом и, соблюдая полярность, подключите их к пружинящим контактам кассеты. Если аккумулятор разряжен, то соответствующий ему светодиод не должен светиться вообще. Все учащающееся "мигание" светодиодов свидетельствует о скором окончании зарядки аккумуляторов, а если какой-то из аккумуляторов полностью заряжен, то его светодиод горит непрерывно.

Коротко о возможном совершенствовании описанного ЗУ. Источник образцового напряжения (ИОН), построенный на светодиодах, имеет острый отрицательный ТКН — примерно 2 мВ/°С при рабочей температуре. Следовательно, повышение температуры на 15°С приводит к недозарядке аккумулятора примерно на 0,03 В. Это, конечно, не является серьезным недостатком ЗУ — из-за особенностей вольт-амперной характеристики никель-кадмиевые аккумуляторы "недобирают" по этой причине всего несколько процентов от общей запасаемой энергии. Для снижения влияния температуры на такой вариант ИОН он размещен вдали от тепловых потоков. При желании добиться еще большей точности работы ЗУ можно установить более совершенный ИОН, например, описанный в [3]. Но тогда затраты на детали конструируемого ЗУ возрастут.

Если сетевой трансформатор блока питания обладает достаточным запасом мощности, можно увеличить ток зарядки достаточно заменить транзисторы VT2, VT4, VT6 и VT8 на составные, например КТ973А, стабилитрон VD4 — на КС139А (или КС147А) и соответственно изменить сопротивление и мощность рассеяния токозадающих резисторов R15, R17, R19 и R21. Число же каналов наиболее просто увеличить до восьми, применив в устройстве восьмиканальный мультиплексор К561КП2.

И последнее. Круглосуточная работа устройства (при этом аккумуляторы могут попросту храниться в нем) предполагает очень тщательное конструктивное исполнение с выполнением требований техники безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Баляса П., Троян А.** Зарядное устройство для четырех аккумуляторов. — Радиолобитель, 1996, № 9, с. 24.
2. **Бирюков С.** Цифровые устройства на МОП-интегральных микросхемах. — М.: Радио и связь, 1990.
3. **Федичкин С.** Микроомощные стабилизаторы напряжения. — Радио, 1988, № 2, с. 56, 57.