

Конкурс научно-исследовательских работ

Электроинструменту - «вторую жизнь»

Исследовательская работа

Рационализаторские предложения.

Автор:

Персианов Александр Романович, обучающийся
МБУДО Детского оздоровительно-образовательного центра г. Ельца

Объединение: радио конструирование
и МБОУ «Гимназия № 11 г. Ельца», кл. 8
тел. 8 (910) 350-02-44

Научные руководители:

Поваляев Борис Алексеевич,
Педагог дополнительного образования
МБУДО «Детский оздоровительно-образовательный центр г. Ельца»

Объединение: радио конструирование
тел. 8-952-596-83-94

Австриевских Наталья Михайловна,
учитель физики МБОУ «Гимназия № 11 г. Ельца»

тел. 8-910-352-48-66

План.

1. Введение
2. Теоретическая часть
3. Модель прибора
4. Заключение
5. Литература

Введение

В последнее время в продаже появилось много ручного электроинструмента: различные электродрели, шуруповёрты, отрезные машины и т.д. Производится такой инструмент как российскими, так и зарубежными фирмами. Подпитывается он от встроенных в него аккумуляторов. В комплекты с инструментами входят зарядные устройства от сети 220 В для этих аккумуляторов. Если работа электроинструмента долго не проводилась, аккумуляторы периодически (не реже одного раза в 1,5 – 2 месяца) подзаряжают, а при необходимости и тренируют – полностью разряжают до остановки работы электроинструмента, затем тут же заряжают. И так - несколько циклов. Разрядку проводят включённым на постоянно, данным электроинструментом при зафиксированной кнопке включения. (Если фиксатор кнопки включения отсутствует, то её нужно нажать и зафиксировать, например, скотчем).

Категорически запрещается хранить аккумуляторы всех типов в полном разряженном состоянии, так как они портятся и срок их службы резко сокращается.

Но мы об этом забываем. И получается так, что электроинструмент остается хорошим, а аккумуляторы становятся негодными. Приобрести нужные новые аккумуляторы не всегда удаётся из-за их постоянной модернизации, то они имеют изменённые формы, то большие размеры

(из-за этого не влезают в отдельный корпус электроинструмента), то вообще снимаются с производства, как в нашем случае. Аккумуляторы =24 В для дрели ДАУ 24/2 сняты с производства в 2017 году и их невозможно заказать даже в Китае.

Но если все же в продаже встретился нужный аккумулятор вы задумаетесь – покупать его или нет. Цена составляет минимум полцены вашего электроинструмента, а то и полную цену. Понятно, производителям гораздо выгоднее, чтобы покупали новый инструмент.

В моей работе речь пойдёт о сохранении работоспособности ручного электроинструмента на примере дрели аккумуляторной ударной ДАУ 24/2 Российского производства.

Цель работы: разработать и изготовить отдельные устройства блоков питания электроинструмента с альтернативным подключением, тем самым внедрить рационализаторские предложения.

Задачи:

- 1) разработать и изготовить переносные блоки питания от сети 220 В.
- 2) разработать и изготовить блок питания от аккумуляторов.
- 3) разработать простую схему устройства визуального контроля полного заряда маломощных кислотно-свинцовых аккумуляторов.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1.

Запитываем электрическую дрель от сети 220 В через специально разработанный и изготовленный переносной выпрямитель 220 В/≈24В.

Проведем доработку корпуса электроинструмента, ФОТО 1

1. Отделим от электродрели корпус с негодными аккумуляторами.
2. Извлечём аккумуляторы. В целях сохранения экологии выбрасывать в мусорные баки аккумуляторы нельзя. Их необходимо сдать в пункт приёма вторичного сырья.
3. Заведём в пустой корпус сетевой шнур (хорошо подходит длинный двухпроводной шнур от ненужного пылесоса).
4. Закрепим и зафиксируем конец шнура внутри корпуса с помощью самодельной скобы и двух винтиков с гайками.
5. Выводы шнура припаем к контактным пластинам бывших аккумуляторов.
6. Соединим защёлкой корпус дрели с корпусом, где раньше находились аккумуляторы.
7. Другой конец шнура соединим с заранее выбранным двухпроводным штырьковым разъёмом, рассчитанным на напряжение не менее 100 В, ток 10 А. Электрическую вилку ставить нежелательно, так как при включении дрели можно перепутать и включить её в розетку 220 В. Что при этом произойдет, нетрудно представить.

Итак, модернизация электрической дрели закончена.

Что мы выиграли при этом, а что проиграли?

Преимущества:

1. Электрическая дрель в дальнейшем будет работоспособной и без аккумуляторов.
2. Электроинструмент станет на 1,7 кг легче – 2,3 кг (общий вес дрели с аккумуляторами составлял почти 4 кг). Несомненно, облегчённым инструментом работать, как показала практика, гораздо лучше.

Недостатки:

1. Применение сетевого напряжения и отдельного блока питания (выпрямителя).
2. Появление электрического шнура, который при работе особо-то и не мешает.

Обоснование выбора и описание электрической схемы блока питания.

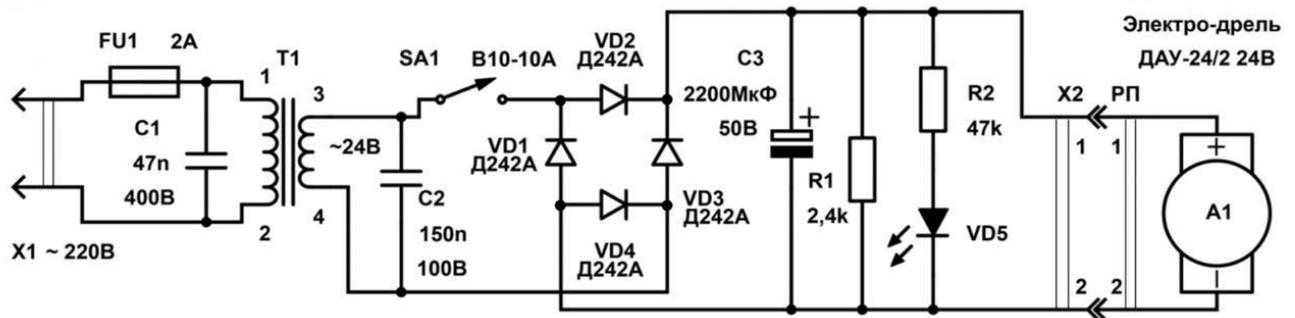
В последнее время существует много схем импульсных блоков питания основанных на работе автогенераторов, преобразователей напряжения. Собраны такие устройства на мощных транзисторах и импульсных трансформаторах. Имеют довольно высокий КПД. Но раз эти устройства содержат автогенераторы напряжения другой частоты, отличающиеся от частоты сети 50 Гц, мы просто обязаны защищать сеть от наводок, сохранять чистую синусоиду переменного напряжения 220В и есть по этому поводу жесткие правила энергообеспечения и энергосбережения.

Значит, в схему нужно вводить дополнительно специальный сетевой фильтр, например, индуктивно-емкостный, подобный применяемому в системных блоках компьютеров.

Электрические фильтры, импульсные трансформаторы, мощные транзисторы; диоды, плюс вентиляторы, радиаторы для охлаждения – это дорогостоящие радиоэлементы. Схема сложная и трудоёмкая в изготовлении.

И все же можно использовать готовый б/у компьютерный блок питания: моделей FA-5-2, РТР2038, MAV-300W-P4 и т. П. Он легкий, содержит сетевой фильтр, имеет выходные напряжение = 12 В с хорошим током 15 А. Для электроинструмента с напряжением = 24 В можно использовать и двенадцативольтовый источник питания. При этом число оборотов электродвигателя постоянного тока инструмента уменьшается, но соответствующий (этим оборотам) крутящий момент на валу останется почти прежним за счет увеличения тока потребления. А запас по току у нас большой – блок рассчитан на максимальный ток потребления: 12-15 А. Конструктивно, в блоке питания установил разъём выходного напряжения, переносную ручку, убрал лишние провода, фото 8,9.

Разработаем и изготовим простой классический блок питания (выпрямитель) 220В/24В – 5А, рис.1.



Напряжение сети 220 В через вилку X1, предохранитель FU1 подаётся на понижающий трансформатор Т1 (понижается до 24 В), затем через автоматический выключатель SA1, диодный мост VD1 – VD4, пониженное напряжение выпрямляется, сглаживается конденсатором C3, контролируется светодиодом VD5, выводится на гнездовой разъём X1, к которому в дальнейшем и подключается дрель. В качестве защиты сетевого напряжения от импульсов искрения щёток дрели установлены конденсаторы C1, C2.

КПД такого блока питания можно повысить до 75 % правильным расчётом и применением силового трансформатора.

Упрощенный расчет силового трансформатора. Расчет является образцовым. Исходные данные:

1. Напряжение первичной обмотки $U_1 = 220\text{В}$, $f = 50\text{Гц}$;
2. Напряжение вторичной обмотки $U_2 = 24\text{В}$;
3. Максимальный ток нагрузки (дрели) $I_2 = 5\text{А}$;

1. Определяем расчетную мощность трансформатора:

$$P_{\text{расч.}} = U_2 \times I_2; \quad P_{\text{расч.}} = 24 \times 5 = 120 (\text{Вт})$$

2. Тогда полная мощность с потерями на вихревые токи, сопротивление намоточных проводов составит: $P_{\text{полн.}} = 1,25 P_{\text{расч.}}$ $P_{\text{полн.}} = 1,25 \times 120 = 150 (\text{Вт})$
3. Определяем площадь сечения сердечника:

$$S = 1,1 \sqrt{P_{\text{полн.}}}; \quad S = 1,1 \sqrt{150} = 13,5$$

Площадь сечения сердечника: $S = a \times b (\text{см}^2)$, рис.2,

a- ширина средней части пластин

b – толщина набора пластин

4. По справочнику радио конструктора, раздел «Магнитные сердечники», выбираем Ш-образный стальной сердечник, магнит провод с площадью сечения не менее $S=13,5(\text{см}^2)$. По ГОСТу и расчету подходит сердечник Ш 25X55 (мм^2);
 $S=2,5 \times 5,5=13,75 (\text{см}^2)$

Конечно же, можно выбрать сердечник и с более большей площадью сечения, но тогда собранный трансформатор будет мощнее, при этом увеличится ток его холостого хода, (то есть без нагрузки), что отрицательно повлияет на КПД нашего блока питания.

5. Определяем число витков намоточных проводов катушки на 1В.

$$П1В = \frac{40-50}{S} \text{ (вит./В)}$$

$$\frac{40-50}{S} - \text{ коэффициент качества пластин сердечника трансформатора.}$$

Зависит от материала (мягкости стили), отжига, покрытия с одной стороны лаком пластин, последующей сборки, чем лучше пластины, тем меньше коэффициент.

Выбираем средний -45.

$$П1В = \frac{45}{13,75} = 3,27 \text{ (вит./В)}$$

6. Тогда, число витков первичной обмотки будет:

$$П220 = 3,27 \times 220 = 719,4 \text{ (вит.)}; 720 \text{ вит.}$$

7. Число витков вторичной обмотки:

$$П24 = 3,27 \times 24 = 78,48 \text{ (вит.)}; 79 \text{ вит}$$

8. Определяем ток первичной обмотки :

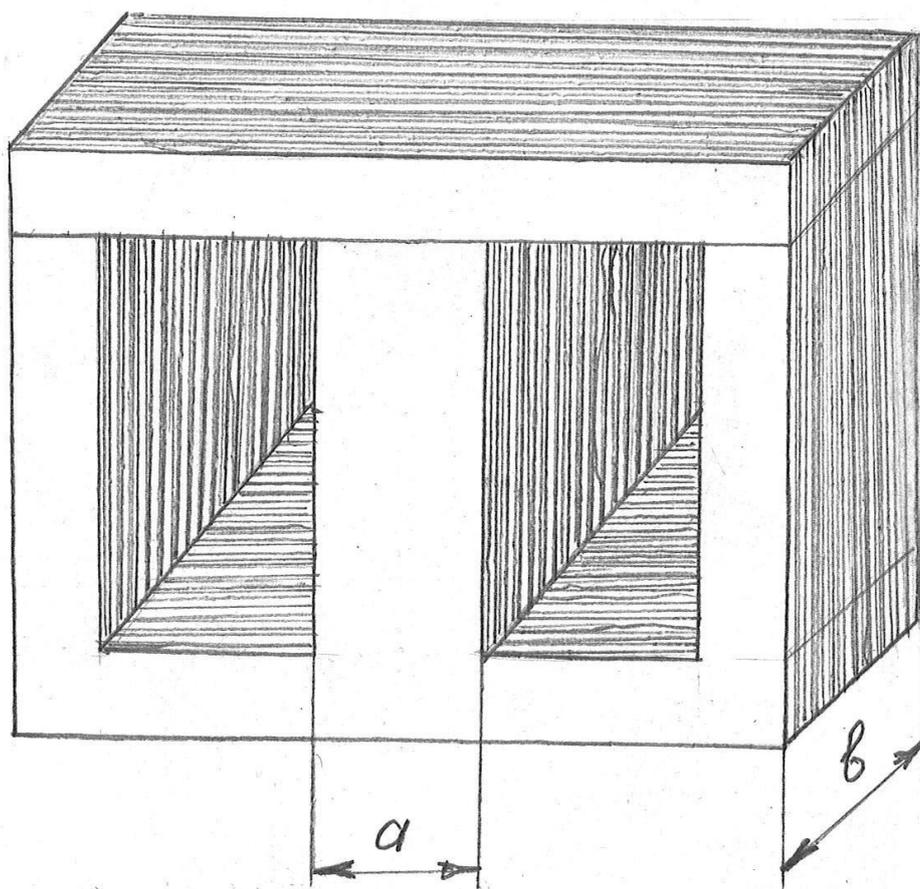
$$I1 = \frac{P_{\text{пол}}}{U1} \text{ (А)}; \quad I1 = \frac{150}{220} = 0,68 \text{ (А)}$$

9. Диаметры намоточных проводов определяются по формуле:

$$d = 0,8 \sqrt{I} \text{ (мм)}; \quad d1 = 0,8 \sqrt{0,68} = 0,66 \text{ (мм)}; \quad d2 = 0,8 \sqrt{5} = 1,79 \text{ (мм)}$$

10. Схема рассчитанного трансформатора:

Марка намоточных проводов – ПЭВ-2, (провод эмалированный влагостойкий); сердечник (магнитопровод)- Ш 2,5×5,5 (см^2).



Итак, мы рассчитали трансформатор блока питания. Но необязательно его изготавливать, можно подобрать готовый. Обычно подбирают по сечению сердечника соответствующему расчетному, мощности, диаметру намоточного провода первичной и вторичной обмотки. Первичную обмотку не трогают, а вторичную, если она не соответствует нужному выходному напряжению, току перематывают, или доматывают, или отматывают.

Приведенный расчет трансформатора является образцовым при использовании магнитопроводов с : Ш-образными пластинами, Ш-образными витыми, П-образными ленточными, тороидальными ленточными.

Конструктивно сетевой блок питания выполнен в виде переносного (фото2.), прямоугольный корпус которого изготовлен из дерева, покрашен влагонепроницаемой эмалью ПФ-115 в целях электробезопасности. В данном случае корпус подобран готовый. На верхней панели установлены: сетевой предохранитель, автоматический выключатель, выходной разъём, контрольный светодиод, переносная ручка. Остальные элементы размещены внутри корпуса, рис.1, фото 2,3

Порядок работы:

1. Открыть корпус, вынуть сетевой шнур с вилкой.
2. Закрыть корпус.
3. Подключить электроинструмент (дрель) к разъёму.
4. Включить сетевой шнур в розетку 220В.
Устройство готово к работе.
5. Разборка – в обратном порядке.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2.

Разработаем и изготовим отдельный переносной аккумуляторный блок питания для электроинструмента (электродрели).

Разработаем принципиальную электрическую схему, рис. 3, с применением имеющихся аккумуляторов, которые явно не влезают в совмещенный корпус электродрели. Аккумуляторы можно применить как новые, так и б.у.

(Двенадцативольтовые – соединенные последовательно – 2 шт, шестивольтовые – 4 шт).

В нашей работе использованы кислотно- свинцовые аккумуляторы GP 12 72 (12В; 7,2 А/час) и то же зарядное устройство, которое прилагается в комплекте с электродрелью.

При включенном тумблере SA1 «ВКЛ», рис 3, напряжение с аккумуляторов через предохранитель FU1, разъём X1 поступает непосредственно на электродрель А1. Контролируется напряжение светодиодом VD2. При положении тумблера SA1

«выкл» напряжение с электроинструмента снимается и при необходимости возможно подключение зарядного устройства А2 от сети 220 В через другой разъём X2.

Зарядный ток проходит через ограничительный резистор R2, регулятор тока – резистор R1, миллиамперметр ИП1, контакты тумблера SA1, предохранитель FU1 к аккумуляторам.

Номиналы резисторов R1, R2 подбираются на установку тока заряда от 50 до 300 мА. Зарядный ток не должен превышать максимального указанного на корпусе аккумуляторов. Зарядным током в 300 мА аккумуляторы ёмкостью 7200 мА можно полностью зарядить за 24 часа.

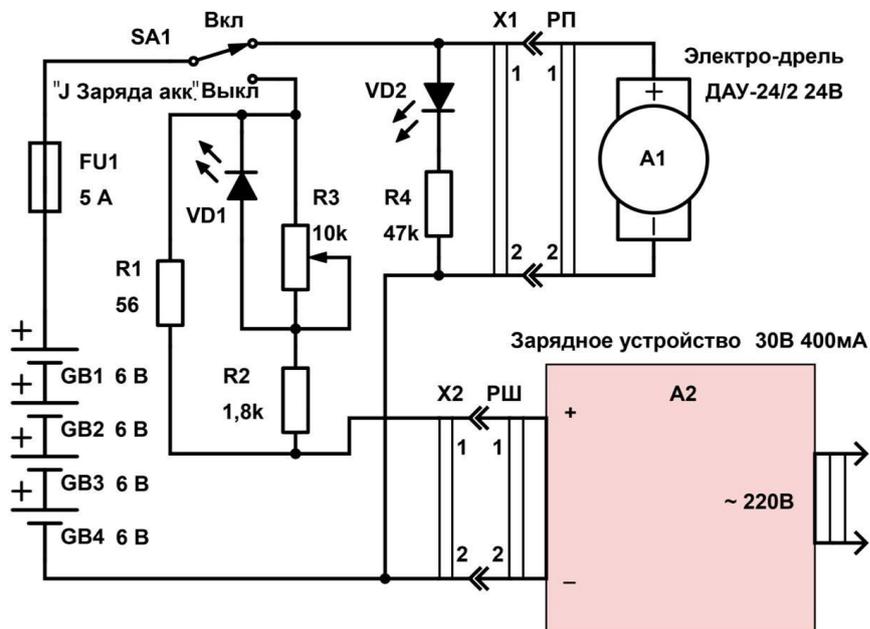
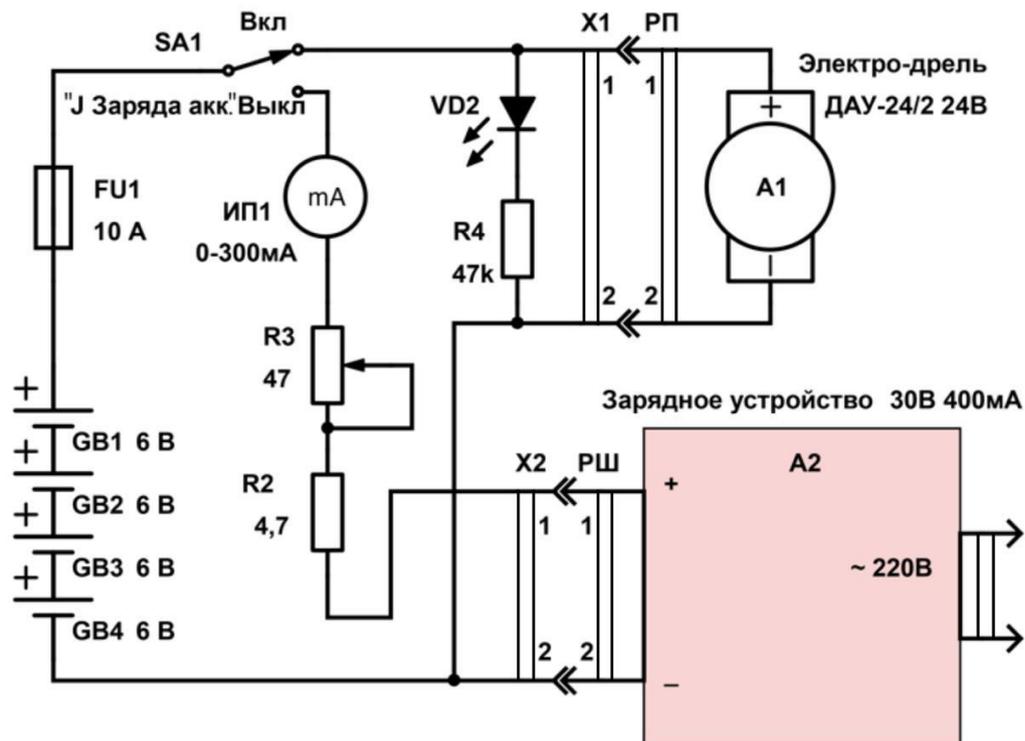
Следует учитывать, что подзарядка небольшим током продлевает срок службы аккумуляторов.

Конструктивно аккумуляторный блок питания выполнен в виде переносного,

фото 4-5, корпус прямоугольный с размерами: 200x180x140 мм. На верхней панели установлены: тумблер переключения, предохранитель, два разных разъёма для подключения электродрели и зарядного устройства, регулятор тока заряда аккумуляторов, миниатюрный миллиамперметр, переносная ручка, внутри с паралоновыми прокладками - аккумуляторы.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ 3

Предлагаю в аккумуляторном блоке питания, рис. 4-5, установить простое надёжное устройство визуального контроля полного заряда аккумуляторов.



В дальнейшем это предложение можно внедрить в других разработанных и изготовленных зарядных устройствах.

Рассмотрим работу принципиальной схемы, рис.4, на примере заряда четырёх кислотных свинцовых аккумуляторов GS-1,3-6 (6В; 1,3А), соединённых последовательно.

Для создания нормального тока заряда потребуется зарядное устройство с напряжением выше аккумуляторного на 20-25%.

По понятной причине, если мы возьмём зарядное устройство с напряжением на выходе меньшим или равным аккумуляторному, то никакого тока заряда мы не получим.

Введём в зарядную цепь резистор R1 (27 Ом). Соберём простую схему контроля, (резистор R2 – 1,8 кОм, R3 – подстроечный – 10 кОм, VD1 – светодиод синего или белого свечения, (у красного, жёлтого, зелёного - световая отдача меньше).

При подключении зарядного устройства к сети, рис. 5, и через отдельный разъём X2, тумблер SA1 (в положении «I заряда»), к полностью разряженным аккумуляторам на резисторе R1 создаётся падение напряжения равно 4В. (Ток заряда, при этом, составит 200 мА). Это напряжение также будет и на резисторах R2, R3 соединённых последовательно. При максимальном сопротивлении подстроечного резистора R3, рис.4,5 светодиод VD1, ярко засветится. При увеличении времени заряда аккумуляторов постепенно уменьшаются напряжение на резисторе R1, ток заряда, свечение светодиода, но повышается напряжение на аккумуляторах.

Рассчитываем время заряда аккумуляторов. Начальный ток заряда разряженных аккумуляторов – 200 мА, конечный заряженных – 100 мА. Падение тока заряда по времени происходит почти линейно, выбираем средний – 150 мА. Ёмкость аккумуляторов – 1300 мА.

Время полного заряда: $t = \frac{300 \text{ мА/час}}{150 \text{ мА}} = 8,6 \text{ часов}$

Первый заряд аккумуляторов проводится по времени. Когда окончилось время заряда, светодиод ещё светится. С помощью отвёртки уменьшаем сопротивление резистора R3, при этом уменьшается напряжение на светодиоде. Как только напряжение на светодиоде будет равным 1,8 В, он выключается и не светится.

Вот этот порог выключения светодиода и устанавливается в самом конце зарядки аккумуляторов. Установка резистора R3 проводится один раз и его дальнейшая регулировка больше не делается.

Таким образом при разряженных аккумуляторах светодиод ярко светится, при заряженных - не светится.

Соответственно, при полузаряженных - его свечение среднее (не яркое)

Описанное устройство контроля подходит и для двенадцативольтовых маломощных кислотно-свинцовых аккумуляторов.

Рацпредложение заключается в ведении в схему подстроечного резистора R3, позволяющего использовать порог включения - выключения светодиода равного 1,7-1,8 вольта.

В специальной литературе, интернете такая схема и устройство не обнаружены.

С внедрённым рацпредложением изготовлен отдельный аккумуляторный блок питания, фото 6,7.

Литература.

1. В.Г. Белкин, В.К. Бондаренко, В.Г. Борисов и др. «Справочник радиоконструктора», Москва, «Радио и связь»
2. А.Ю. Ишлинский «Новый политехнический словарь», Москва, научное издательство «Большая российская энциклопедия».

Приложение:

