

# Применение микросхемы BQ2004 в зарядных устройствах

Существует несколько различных методов заряда никель-кадмиевых (NiCd) и никель-металлгидридных (NiMH) аккумуляторов. Их можно разделить на три основные группы: стандартный, быстрый и ускоренный.

**С**тандартный заряд – это заряд постоянным током, равным 1/10 величины номинальной емкости аккумулятора, в течение примерно 15 часов. Этот метод заряда является самым безопасным для любого аккумулятора и продлевает срок его службы. Во время заряда наблюдается повышение напряжения на элементах аккумулятора. По окончании заряда и при перезаряде оно немного уменьшается.

При быстром заряде используется ток заряда от 0,3 до 1,0С и более. Заряд происходит в течении примерно 5 часов. В этом случае очень важно, чтобы аккумулятор перед зарядом был полностью разряжен. Зарядные устройства, обеспечивающие быстрый заряд, начинают зарядный цикл с разряда аккумулятора, для того чтобы затем зарядить его до полной емкости. Этот метод заряда имеет тенденцию к перегреву аккумулятора, особенно при заряде током, близким к 1С.

Ускоренный, или минус дельта V (–ΔV), заряд – это заряд с начальным током заряда, равным величине номинальной емкости аккумулятора, при котором постоянно измеряется напряжение на аккумуляторе. Процесс заканчивается после того, как аккумулятор полностью заряжен. Метод –ΔV заряда считается одним из лучших для заряда NiCd и NiMH аккумуляторов. В его основе лежит принцип измерения величины изменения напряжения на аккумуляторе в процессе зарядки. Если измерять его на выводах аккумулятора в течение всего процесса, то можно заметить, что напряжение медленно повышается. В момент полного заряда напряжение на элементе будет кратковременно снижаться. Величина такого снижения небольшая, но явно выражена. Из-за малого значения –ΔV зарядное устройство должно иметь температурные датчики в качестве резервного средства для определения времени конца заряда. При достижении полного заряда температура резко повышается и достигает разницы с температурой окружающей среды в 10°C и более.

В настоящее время рынок предлагает самые разнообразные зарядные устройства для заряда NiCd и NiMH аккумуляторов. Одним из интересных решений является построение такого зарядного устройства на основе выпускаемой фирмой Unitrode микросхемы быстрого заряда BQ2004.

Микросхема BQ2004 обеспечивает:

- быстрый заряд NiCd и NiMH батарей;

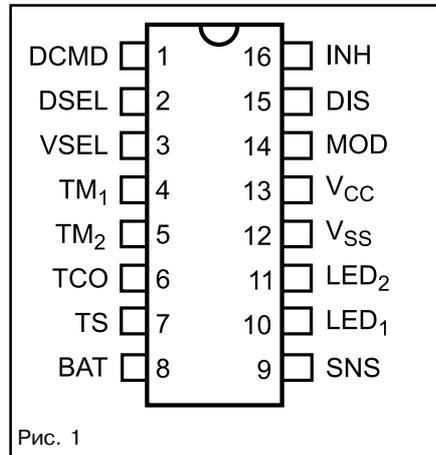


Рис. 1

- стабилизацию зарядного тока посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ);
- простоту использования для работы как в составе оборудования системы, так и автономно;
- дозарядную оценку температуры и напряжения аккумуляторной батареи;
- конфигурируемые светодиодные выходы для индикации состояния батареи и процесса заряда;
- прекращение заряда на основании принципа определения –ΔV и измерения температуры в конце заряда;
- оптимальный режим импульсной подзарядки по окончании заряда аккумуляторной батареи;
- формирование логического уровня

управления зарядным устройством для снижения потребляемой мощности в режиме ожидания (ток, потребляемый в режиме ожидания, равен всего 5 мкА).

Микросхема быстрого заряда обеспечивает сбалансированный управляемый быстрый заряд посредством использования быстройдействующей схемы управления цепью заряда. Благодаря схеме управления током заряда, микросхему BQ2004 можно использовать как основу для изготовления зарядных устройств для элементов и батарей аккумуляторов.

Принудительный цикл “разряд перед зарядом” способствует увеличению срока эксплуатации батарей и позволяет восстановить их емкость, которая в процессе эксплуатации снижается из-за электрохимических процессов. В микросхеме BQ2004 применен ШИМ контроллер с гистерезисом, обеспечивающий автоматическую регулировку зарядного тока. Безопасность работы зарядного устройства на основе BQ2004 обеспечивается специальной схемой контроля. При этом заряд невозможен, если температура аккумуляторной батареи или напряжение на ней выходят за установленные пределы. При оценке времени конца заряда учитываются следующие факторы:

- скорость возрастания температуры  $\Delta T/\Delta t$ ;
- пиковое напряжение конца заряда (PVD);
- отрицательное дельта напряжение (–DV);
- максимальное напряжение на батарее;
- максимальная температура батареи;
- максимальное время заряда.

Микросхема BQ2004 выпускается в 16-контактных корпусах DIP (BQ2004PN) или SOIC (BQ2004SN). На рис. 1 показано расположение выводов

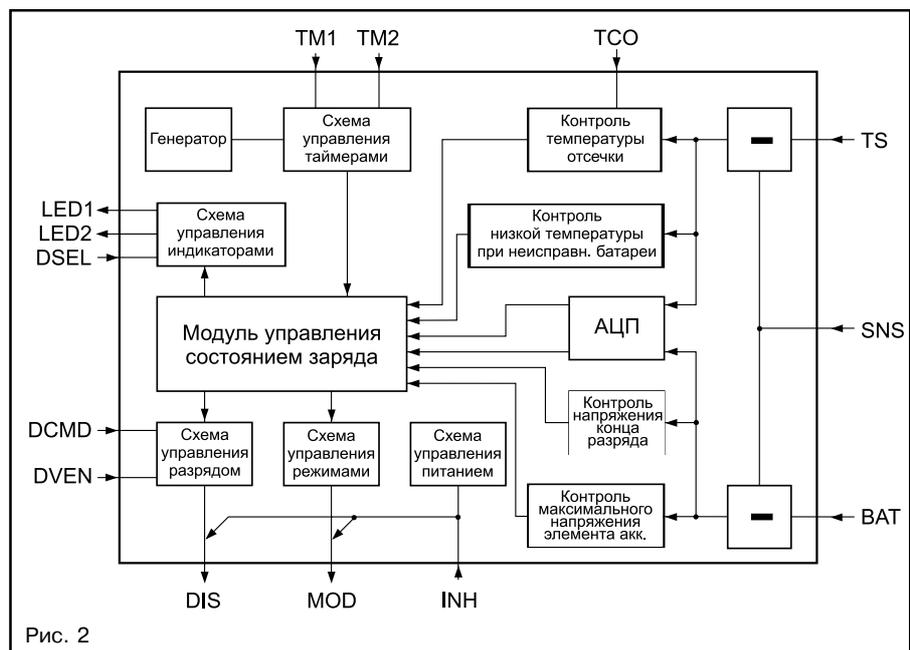


Рис. 2

микросхемы.

Назначение выводов:

- DCMD – команда на разряд;
- DSEL – выбор дисплея;
- VSEL – выбор напряжения нагрузки;
- $TM_1$  – выбор режима первого таймера;
- $TM_2$  – выбор режима второго таймера;
- TCO – термоотключение;
- TS – датчик температуры;
- BAT – напряжение батареи;
- SNS – вход подключения резистора датчика;
- $LED_1$  – выходной сигнал 1 индикации состояния заряда;
- $LED_2$  – выходной сигнал 2 индикации состояния заряда;
- $V_{SS}$  – земляная шина;
- $V_{CC}$  – шина питания напряжением 5,0 В  $\pm 10\%$ ;
- MOD – вывод контроля тока заряда;
- DIS – вывод управления разрядом;
- INH – вывод входного сигнала запрета заряда.

Познакомимся с назначением некоторых выводов микросхемы более подробно. На рис. 2 представлена структурная схема BQ2004.

Вывод DCMD служит для выполнения операции “разряд перед зарядом”. Если на него поступает отрицательный импульс, то начинается процесс разряда батареи до напряжения конца разряда, которое снимается с вывода BAT. После того как напряжение на батарее достигнет этой величины, автоматически начинается процесс заряда. Соединение вывода DCMD с общим проводом приводит к запуску нового цикла разряд-заряд.

Вывод DSEL предназначен для работы схемы индикации зарядного устройства. В зависимости от уровня напряжения на нем, изменяется режим индикации светодиодов LED1 и LED2 (таблица 1). Вывод VSEL в зависимости от уровня напряжения на нем определяет режим отключения напряжения заряда. При уровне, равном логической 1, активен режим отключения по достижению пикового напряжения батареи. При плавающем уровне активен режим отключения по  $-\Delta V$ . Если же уровень на этом выводе равен логическому 0, то оба режима отключения неактивны.

$TM_1$ ,  $TM_2$  – входы управления таймером. В зависимости от уровня напряжения на этих выводах определяются основные режимы заряда батареи, ток заряда, определяемый относительно емкости батареи C, и время заряда (таблица 2).

Вывод TCO обеспечивает установку максимально допустимой температуры аккумуляторной батареи. Если потенци-

Таблица 1

Режим	Состояние процесса заряда	Уровень напряжения на светодиодах	
		LED1	LED2
DSEL = $V_{SS}$	Батарея отсутствует	0	0
	Быстрый заряд не начат или идет процесс разряда перед зарядом	1	1
	Быстрый заряд	0	1
	Заряд завершен, батарея отключена или подзаряжается импульсами тока	1	0
DSEL = плавающее состояние	Батарея отсутствует, идет быстрый заряд, или он закончен	0	0
	Ожидание быстрого заряда	1	0
DSEL = $V_{CC}$	Разряд	0	1
	Процесс заряда перед разрядом	1	1
	Батарея отсутствует	0	0
	Быстрый заряд не начат или идет процесс разряда перед зарядом	0	1/8с – 1
DSEL = $V_{CC}$	Быстрый заряд	0	1
	Заряд завершен, батарея отключена или подзаряжается импульсами тока	1	0

Таблица 2

Ток быстрого заряда	$TM_1$	$TM_2$	Время безопасного быстрого заряда, мин	Время удержания по достижении пикового напряжения или $-\Delta V$ , с	Ток конца заряда	Ток подзарядки импульсами	Частота импульсов подзарядки, Гц
C/4	0	0	360	137	–	–	–
C/2	плав.	0	180	820	–	C/32	240
1C	1	0	90	410	–	C/32	120
2C	0	плав.	45	200	–	C/32	60
4C	плав.	плав.	23	100	–	C/64	30
C/2	1	плав.	180	820	C/16	C/64	120
1C	0	1	90	410	C/8	C/64	60
2C	плав.	1	45	200	C/4	C/64	30
4C	1	1	23	100	C/2	C/64	15

ал между выводами TS и SNS меньше потенциала на выводе TCO, процесс быстрого заряда или подзарядки по окончании заряда прекращается.

Вывод TS служит для подключения внешнего температурного датчика (термистора) для мониторинга (слежения) температуры батареи. Термистор устанавливается внутри корпуса батареи.

Вывод SNS предназначен для управления переключением состояния уровня на выводе MOD. Потенциал на выводе SNS является опорным по отношению к выводам TS и BAT. Если вывод SNS соединен с общим проводом ( $V_{SS}$ ), на выводе MOD устанавливается высокий уровень в начале заряда и низкий – в конце. То есть высокий уровень на выводе MOD разрешает протекание полного тока заряда, а низкий – его ограничивает.

Напряжение на выводе DIS управляет внешним транзистором, обеспечивающим режим разряда аккумуляторной

батареи.

Низкий уровень на выводе INH приостанавливает процесс заряда на любом его этапе. При перепаде этого уровня с логического 0 на 1 начинается новый цикл заряда.

Как было сказано выше, для определения времени окончания заряда батареи необходимо контролировать параметры: напряжение конца заряда, температуру батареи,  $-\Delta V$  (кратковременное снижение напряжения на элементах батареи в конце заряда) и пиковое напряжение на батарее. Для мониторинга напряжения на батарее используют делитель напряжения, подключенный к самой батарее и выводам BAT и SNS микросхемы BQ2004 (рис. 3а). Общее сопротивление делителя должно составлять не менее 200 кОм и не более 1 МОм. При этом соотношение сопротивлений резисторов RB1 и RB2 должно определяться формулой:

$$\frac{RB1}{RB2} = \frac{N}{2} - 1,$$

где N – число элементов в батарее.

Для мониторинга температуры батареи служит резистивная цепь (рис. 3б), в которой используется термистор с отрицательным ТКС.

Мониторинг  $-\Delta V$  производится путем проверки каждые 34 с напряжения на выводе BAT. Разница  $-\Delta V$  составляет примерно 6 мВ на элемент батареи. Пиковое напряжение в конце заряда превышает напряжение конца заряда из расчета около 3 мВ на элемент батареи. Эти два режима мониторинга включаются принудительно, в зависи-

мости от уровня напряжения на выводе VSEL. При низком уровне мониторинг  $-\Delta V$  и пикового напряжения отключен. При плавающем уровне включен режим мониторинга  $-\Delta V$ , а при высоком – пикового напряжения конца заряда.

Цикл заряда батареи начинается, если:

- напряжение  $V_{CC}$  превысило значение 4,5 В (т. е. включение зарядного устройства при установленной батарее);
- напряжение на элементе батареи ниже максимального (т. е. напряжения полностью заряженного элемента);
- на выводе INH имеет место перепад уровня с низкого на высокий.

Допустимое напряжение на аккумуляторной батарее лежит в пределах

$$V_{EDV} < V_{BAT} < V_{MCV}$$

$$V_{MCV} = 0,8 \cdot V_{CC} \pm 30 \text{ мВ},$$

$$V_{EDV} = 0,4 \cdot V_{CC} \pm 30 \text{ мВ}.$$

В качестве примера приведем практически используемую схему зарядного устройства для NiCd и NiMH аккумуляторных батарей на основе микросхемы BQ2004

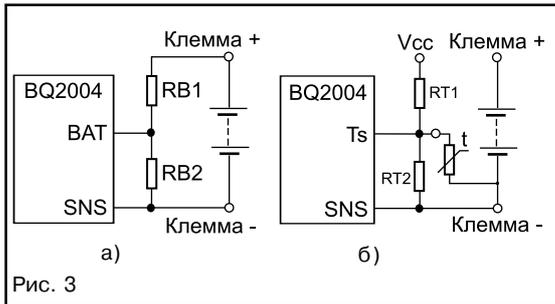


Рис. 3

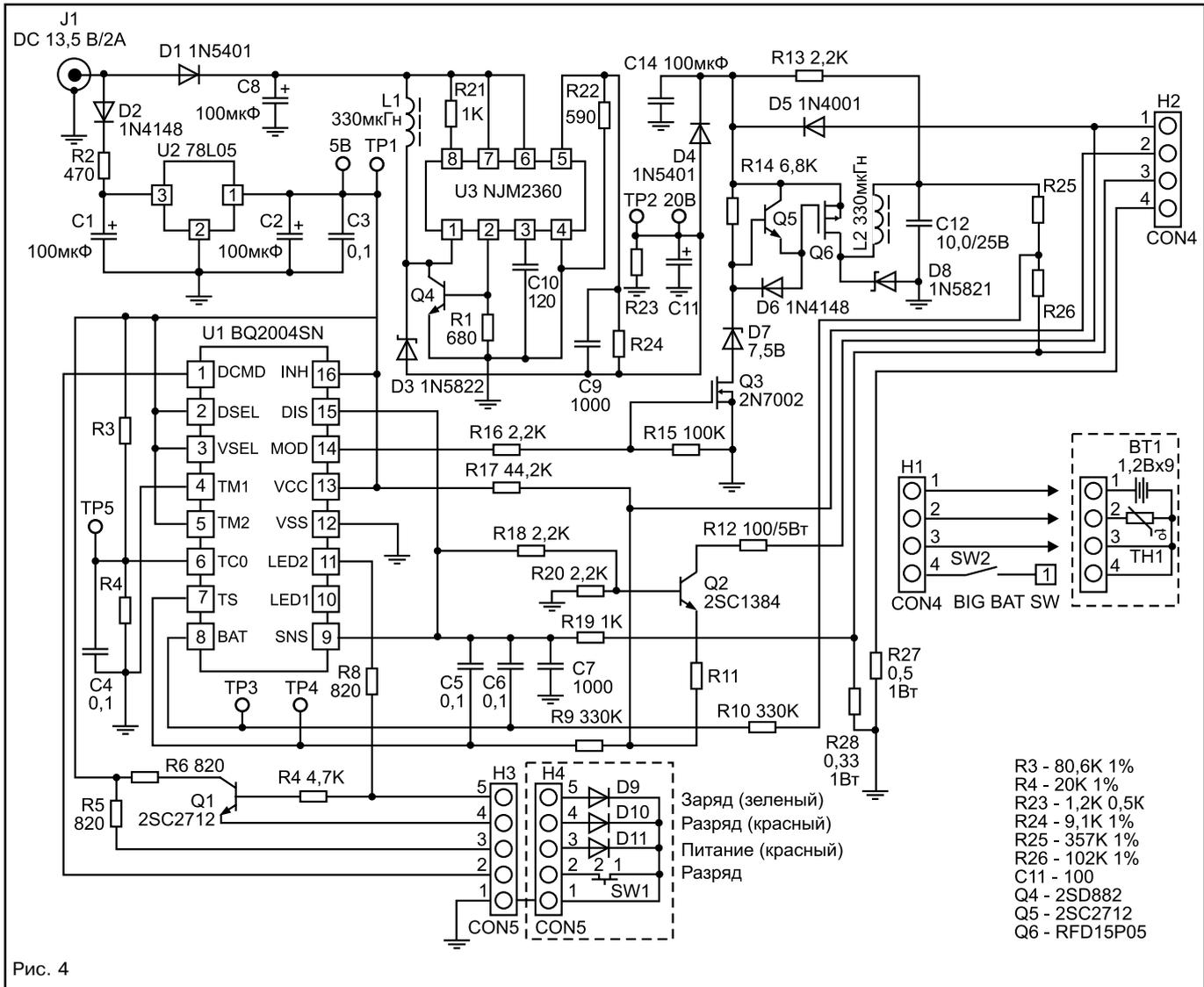


Рис. 4

(рис. 4). Такое зарядное устройство поставляется в комплекте радиотелефонных удлинителей SENA0 SN-868R и ПАУД.

**Дмитрий Садченков,**  
pierce\_arrow@mtu-net.ru

- R3 - 80,6K 1%
- R4 - 20K 1%
- R23 - 1,2K 0,5K
- R24 - 9,1K 1%
- R25 - 357K 1%
- R26 - 102K 1%
- C11 - 100
- Q4 - 2SD882
- Q5 - 2SC2712
- Q6 - RFD15P05