

## Балансировка напряжения ультраконденсаторов в батарее

Если "ультраконденсаторы" соединены последовательно, чтобы получить более высокое номинальное напряжение, равномерное распределение напряжения становится критическим. В зависимости от применения, балансировка напряжения может быть достигнута активным или пассивным балансированием или комбинацией обоих.

### 1. Пассивная балансировка

Рекомендуется, если:

- ток в замкнутой цепи не имеет большого значения;
- время компенсации напряжения может быть увеличено до нескольких часов, например, в бесперебойном источнике питания.

Функционирование

- Балансировка напряжения осуществляется параллельным подключением резистора к выводам "ультраконденсатора".
- Рекомендуемое значение резистора  $RC=100000$  с, выбирается большее стандартное значение с допуском  $\pm 1\%$ .

### 2. Активная балансировка

Рекомендуется, если:

- ток замкнутой цепи должен быть низким;
- речь идёт о приложениях с циклическим режимом заряд-разряд, например, системы электрических транспортных средств.

Функционирование

- В случае последовательного подключения "ультраконденсаторов" рекомендуется подключать ячейку выравнивания напряжения параллельно с каждым элементом батареи.
- Основа ячейки представляет собой компаратор с точным внутренним опорным напряжением и сверхнизким диапазоном однополярного питания.
- Если напряжение элемента батареи  $V_C$  (рассчитанное по приведённой ниже формуле) выше среднего напряжения элемента батареи, блок балансировки напряжения элемента замыкает переключатель  $S$  (рис. 1). Разряд элемента батареи осуществляется током приблизительно 800 мА через встроенный байпасный резистор  $R_{\text{byp}}$ , пока уровень напряжения элемента не снизится до среднего уровня, затем переключатель  $S$  снова размыкается.
- Если коротко, перенапряжение будет предотвращено за счёт принудительного высокого уровня саморазряда.

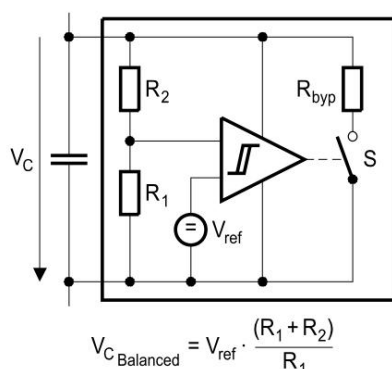


Рис. 1 Схема активной ячейки балансировки напряжения

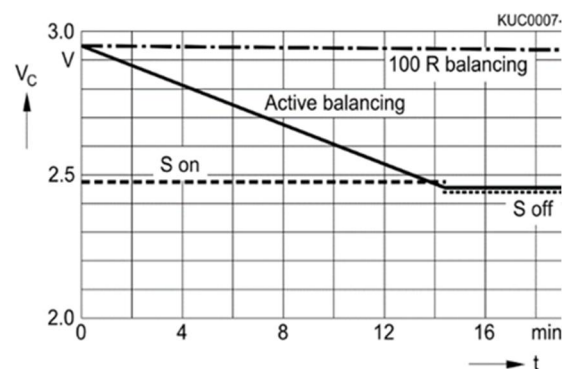


Рис. 2 График балансировки

## Cell voltage balancing

If UltraCaps are connected in series to gain higher rated voltage, uniform voltage distribution becomes critical. Depending on the application, voltage balancing can be achieved by active or passive balancing or a combination of both.

### 1 Passive balancing

Recommended if:

- the closed-circuit current is of minor relevance,
- the voltage compensation can be extended to several hours, e.g. uninterruptible power supply.

#### Function

- Cell voltage balancing carried out via an ohmic resistor connected in parallel to the UltraCap cell terminals.
- Recommended value  $R = 100000 \text{ s/C}$ , tolerance  $\pm 1\%$  of next standard value.

### 2 Active balancing

Recommended if:

- the closed-circuit current should be kept low,
- cyclic applications are concerned, e.g. electrical system applications of vehicles.

#### Function

- In the case of UltraCaps in series connection, it is recommended to connect a cell voltage balancing unit in parallel with each cell.
- Core of the unit is a comparator with a precise internal voltage reference and an ultra-low singlesupply operating voltage range.
- If the cell voltage  $U_c$  (calculated by the formula below) is higher than the average voltage level of the connected UltraCaps, the cell voltage balancing unit closes the switch  $S$  (Fig. 1). Cell discharging occurs with approx. 800 mA via the integrated bypass resistor  $R_{byp}$  as long as the cell voltage level becomes the average level and the switch  $S$  opens again – balanced UltraCaps.
- In a nutshell, overvoltage will be prevented by forced high selfdischarge rates.

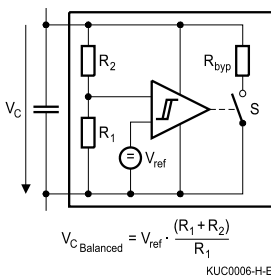


Figure 1  
Schematic of active cell voltage balancing

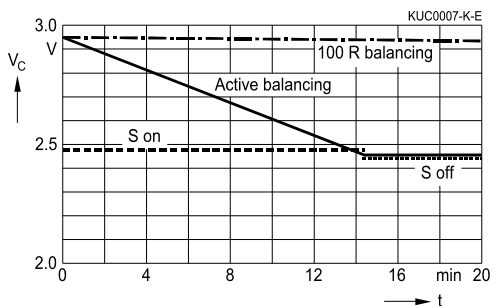


Figure 2  
Diagram of balancing