

Суперконденсаторы

Ионистор — электрохимическое устройство, конденсатор с органическим или неорганическим электролитом, «обкладками» в котором служит двойной электрический слой на границе раздела электрода и электролита. Функционально представляет собой гибрид конденсатора и химического источника тока. По размерам они сравнимы с обычным электролитическим конденсатором, но обладают по сравнению с ними гораздо большей ёмкостью.

Ионистор в зарубежной литературе называют сокращённо EDLC, что расшифровывается как Electric Double Layer Capacitor, что по-русски означает: конденсатор с двойным электрическим слоем. Работа ионистора основана на электрохимических процессах.

История

1957 – Изобретение первого конденсатора с двойным электрическим слоем фирмой General Electric

1966 – Был открыт и запатентован американской фирмой Standard Oil of Ohio

1971 – Передача патента фирме NEC

1978 – Panasonic выпустила похожее устройство, но под названием «Gold Cap» (Золотой конденсатор)

1982 – фирма PRI создает суперконденсатор с малым внутренним сопротивлением



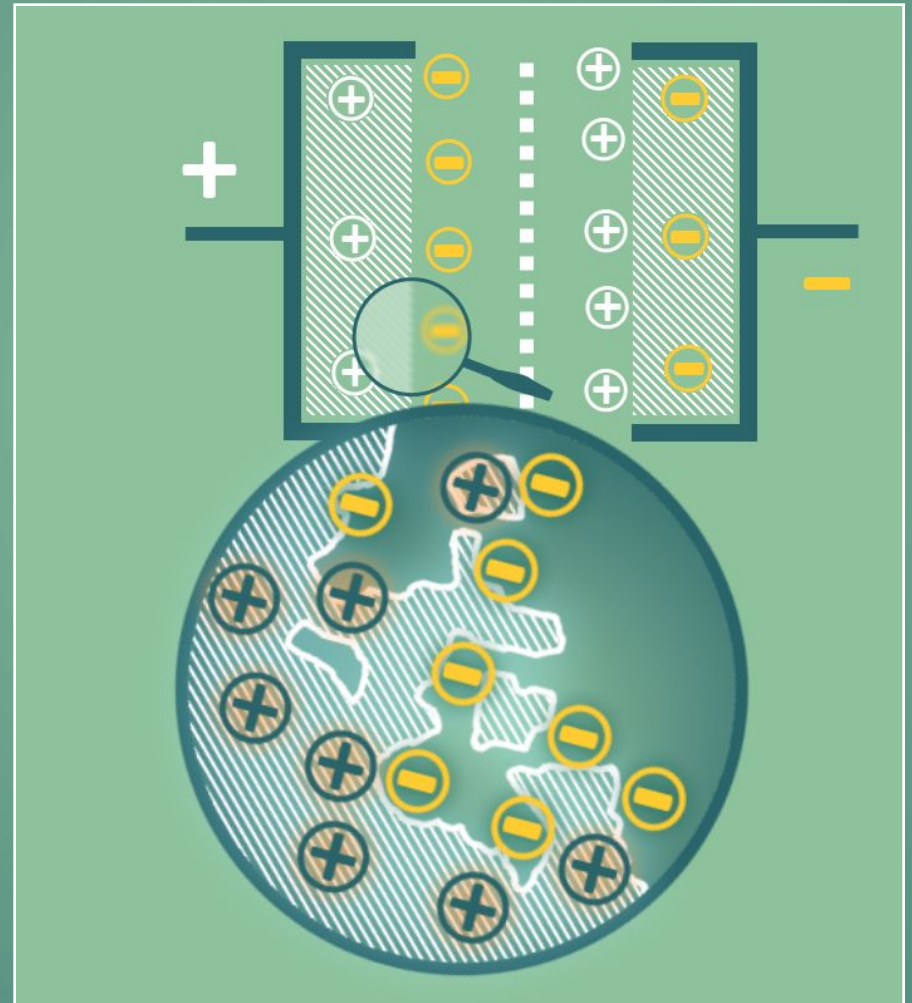
Устройство

Если обычный конденсатор представляет собой обкладки из фольги, разделенные сухим сепаратором, то ионистор - это комбинация конденсатора с электрохимической батареей. В нем применяются специальные обкладки и электролит. В качестве обкладок используются материалы одного из трех типов: обкладки большой площади на основе активированного угля, оксиды металлов и проводящие полимеры.



Устройство

В связи с тем, что толщина двойного электрического слоя (то есть расстояние между «обкладками» конденсатора) крайне мала, запасённая ионисторов энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Типичная ёмкость ионистора — несколько фарад, при номинальном напряжении 2—10 вольт.



Применение

Чаще всего ионисторы используют для питания микросхем памяти, и иногда ими подменяют электрохимические батареи. Кроме того, их используют в цепях фильтрации и сглаживающих фильтрах. Ионисторы могут работать и в буфере с батареями в целях защиты их от резких скачков тока нагрузки.

Ионисторы используют также

- телевизоры, СВЧ-печи: резервное питание таймера;
- видеокамеры, платы памяти: резервное питание запоминающего устройства во время смены батарей;
- музыкальные центры: питание микросхем памяти установок тюнера;
- телефоны: резервное питание микросхем памяти для хранения номеров абонентов;
- электронные счетчики электрической энергии;
- охранный сигнализация;
- электронные измерительные приборы и т.п.

Преимущества прибора

Преимущества ионисторов:

- большой срок службы;
- малое внутреннее сопротивление;
- быстрый заряд
- работа ионистора при любом напряжении, не выше номинального;
- неограниченное число циклов заряд/разряд;
- отсутствие необходимости контроля за режимом зарядки;
- использование простых методов заряда;
- широкий диапазон рабочих температур: $-25...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- относительная дешевизна ионисторов.

Недостатки прибора

Недостатки ионисторов:

- маленькая энергетическая плотность;
- низкое напряжение на некоторых типах ионисторов;
- для получения требуемого напряжения необходимо последовательное подключение не менее трех ионисторов;
- высокий саморазряд.

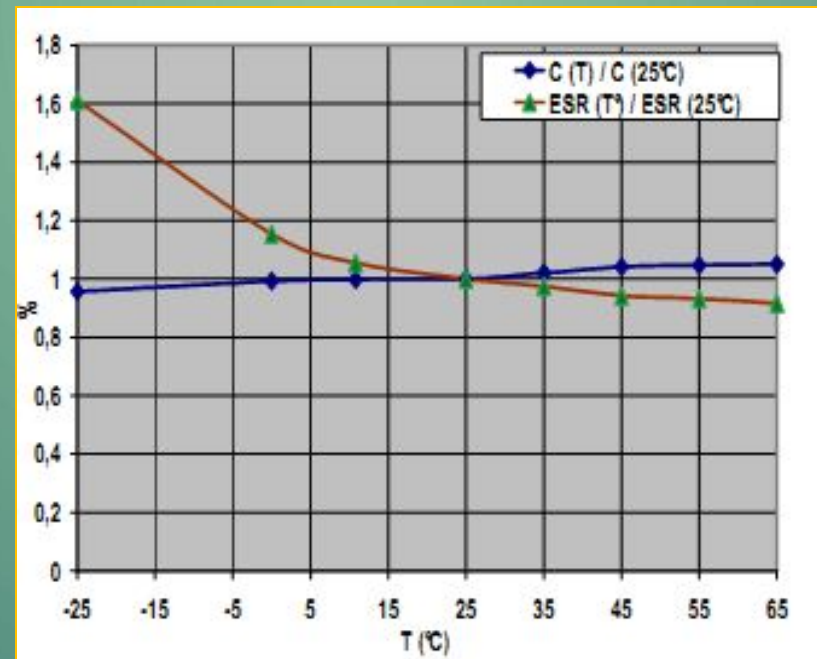
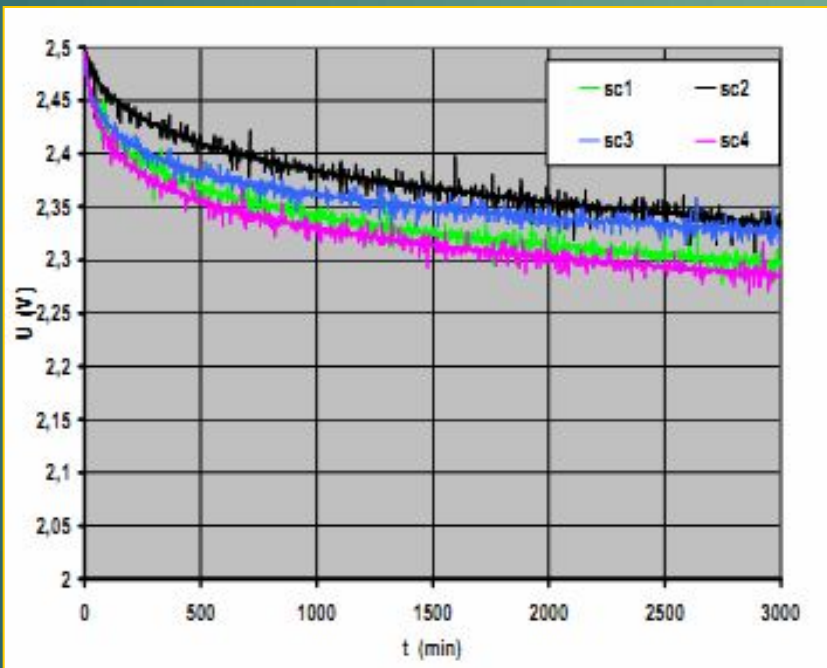
Процессы старения

Суперконденсаторы способны подвергаться нескольким сотням тысяч циклам заряда-разряда. В противоположность электрохимическим батареям, долговечность суперконденсаторов не ограничена циклической нагрузкой, так как на электродах отсутствуют химические реакции. Вместо этого процессы старения суперконденсаторов в большинстве случаев катализируются температурой и напряжением на элементе.

При повышении напряжения на элементах проходят окислительно-восстановительные реакции. Кроме того, органический электролит начинает разлагаться, образуя газ - продукт, который может привести к разрушению компонента. Это явление может уменьшить емкость на 20%, и увеличить ЭПС и скорость саморазряда на 100%

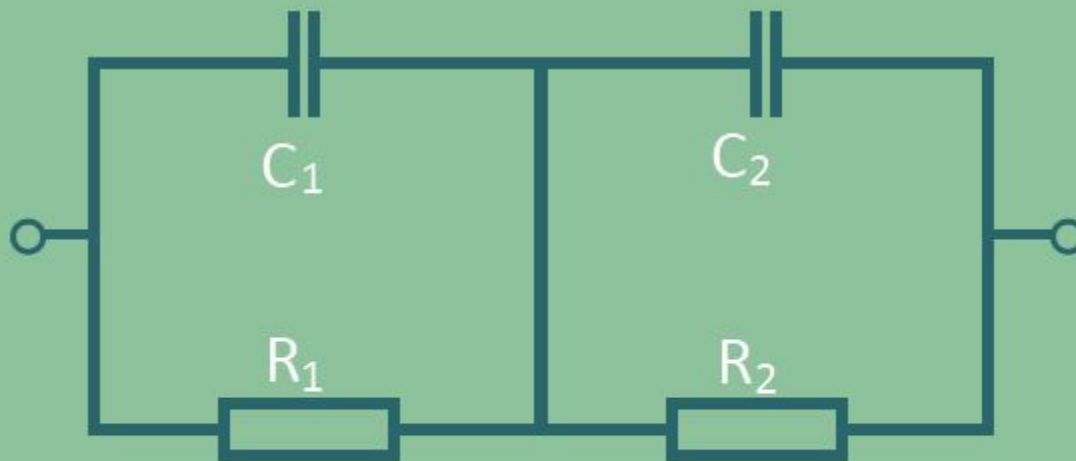
Балансировка заряда

В реальных схемах последовательное соединение элементов суперконденсаторов приводит к неравному распределению напряжения из-за допусков при производстве емкости и различий в скорости саморазряда. Для гарантии долговечности модуля, различия в напряжениях элементов, вызванные статистическим распределением индивидуальных параметров, должны быть минимизированными схемами выравнивания элементов



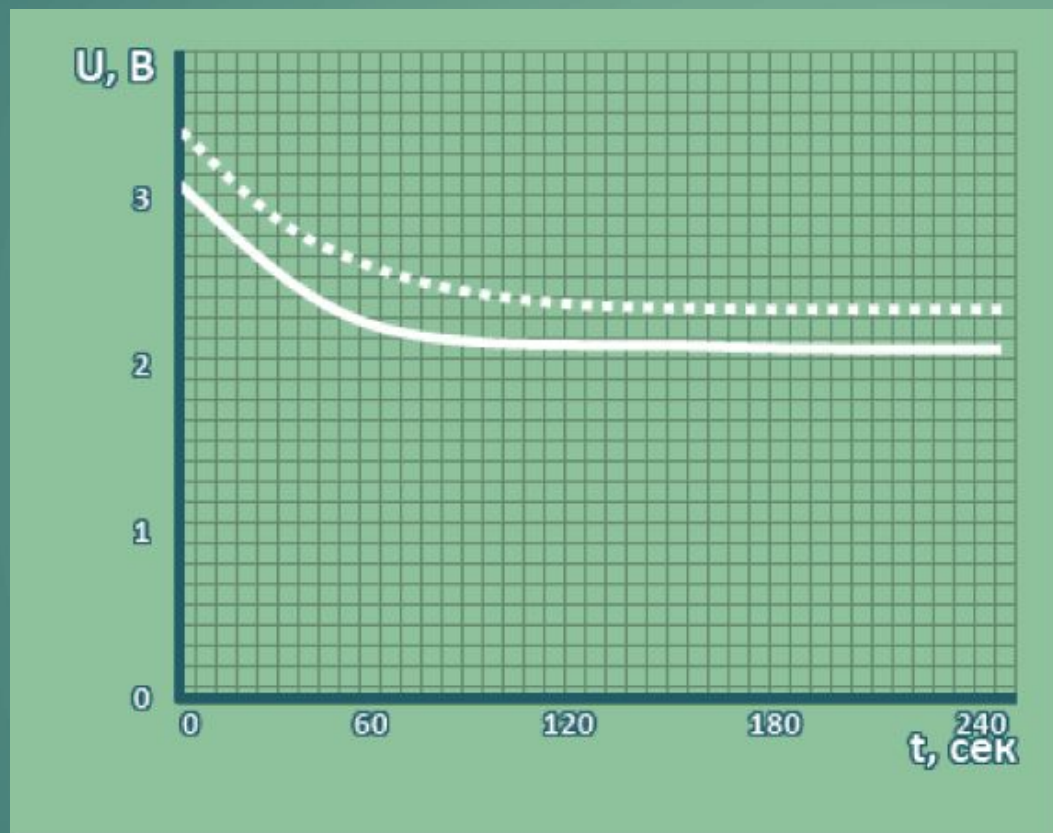
Пассивные резисторы

В качестве самого простого решения используются пассивные резисторы. Самый важный недостаток этого решения - высокая потеря мощности, которая имеет место во внешних резисторах. Эти потери уменьшают эффективность батареи ионисторов.



Подключение резисторов
параллельно конденсаторам

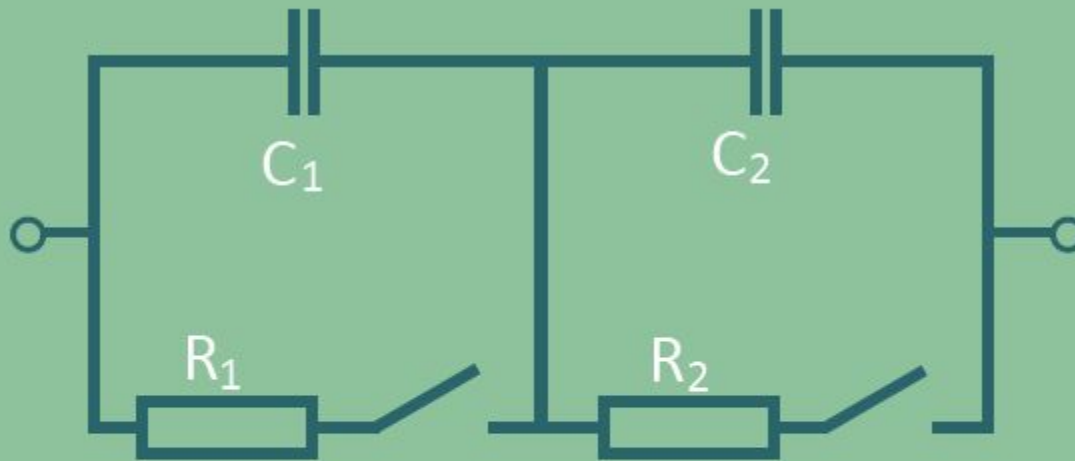
Коррекция напряжения



Изменение напряжения на конденсаторах $C1$ и $C2$ с использованием пассивных резисторов

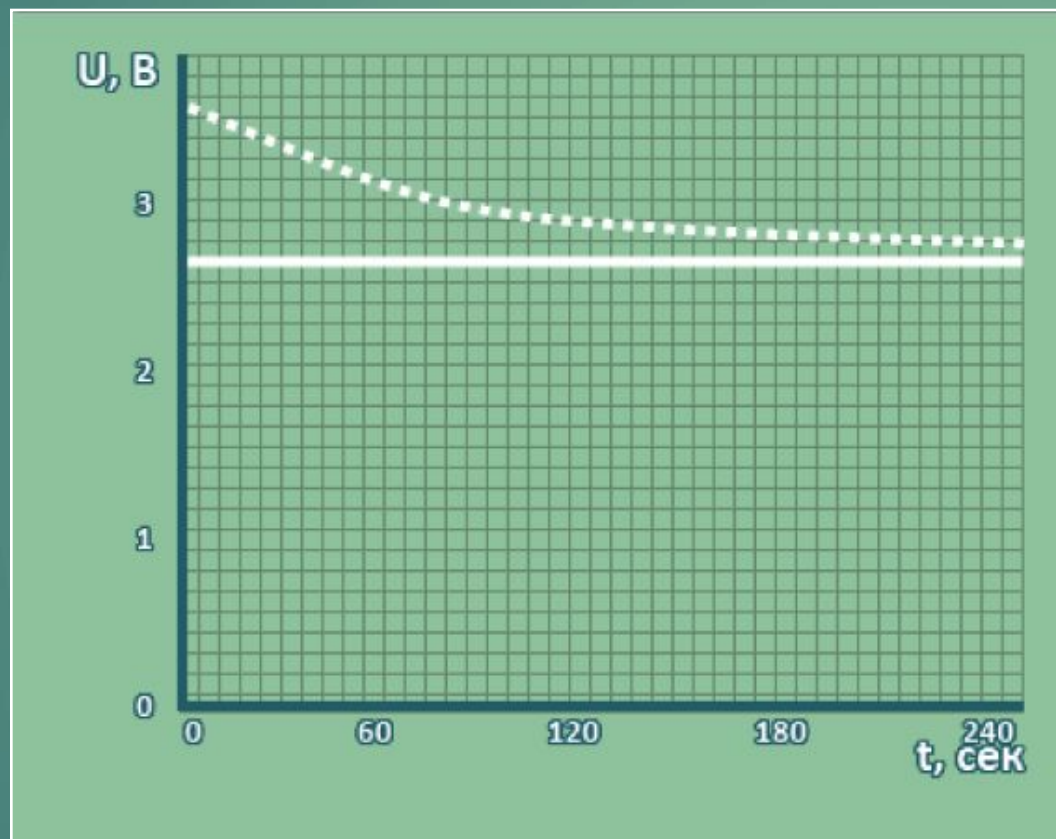
Активные резисторы

Цепь замыкается, когда напряжение на элементе выше, чем predetermined верхний уровень напряжения и размыкается, когда напряжение на элементе ниже низкого уровня напряжения. Когда переключатель включен, резистор работает как шунт для основного тока.



Активные резисторы

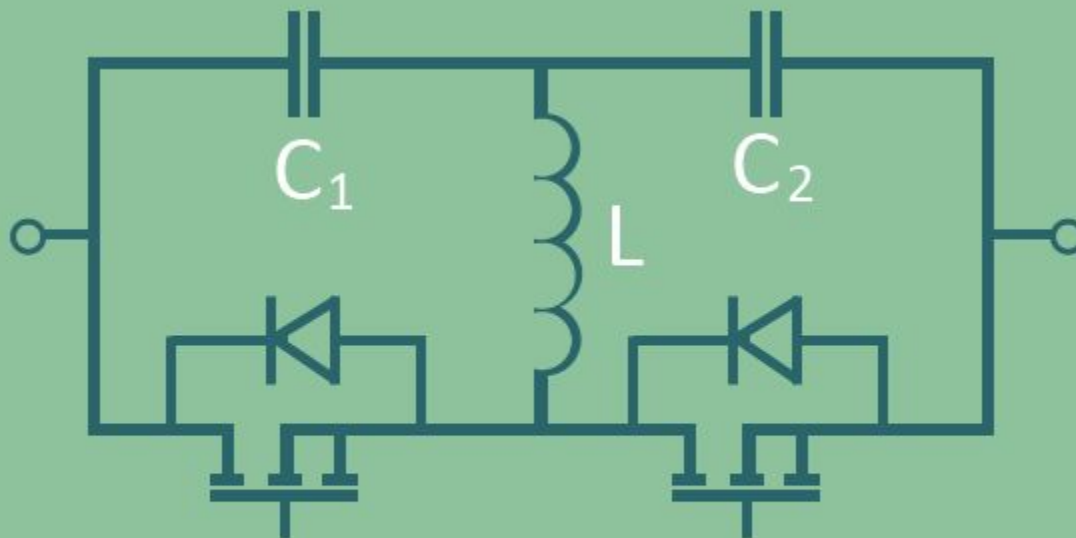
Коррекция напряжения



Изменение напряжения на конденсаторах $C1$ и $C2$ с использованием активных резисторов

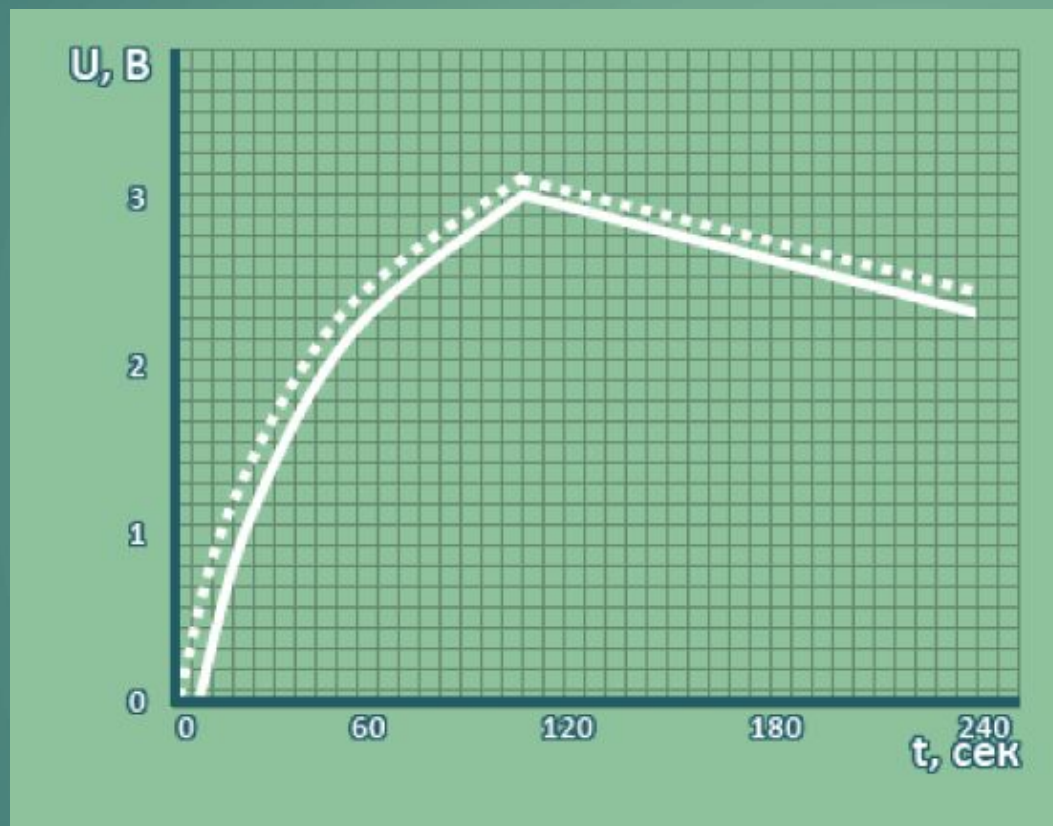
DC/DC конвертеры

В схему включают несколько DC/DC конвертеров, соединенных с двумя соседними элементами. Эти конвертеры выравнивают напряжения элементов. Схема эффективна, но сложна и дорога в изготовлении и обслуживании.



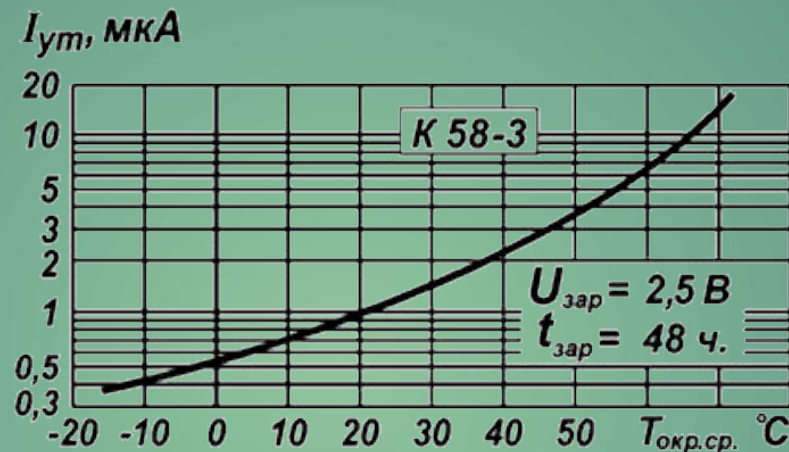
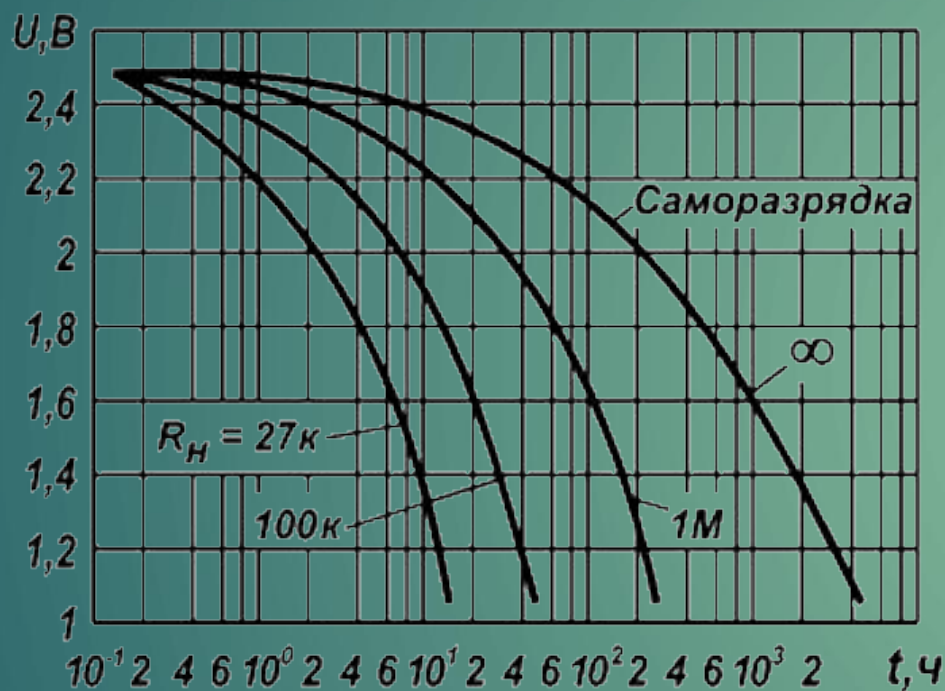
Балансировка DC-конвертерами

Коррекция напряжения



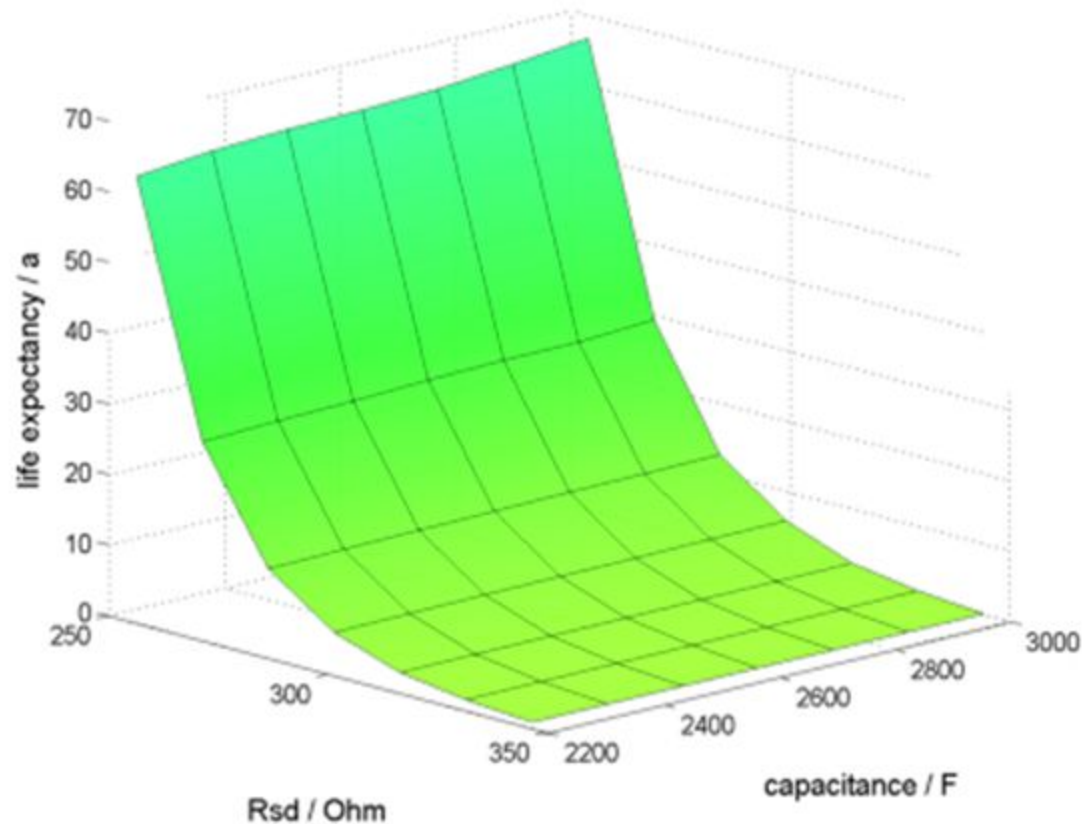
Изменение напряжения на конденсаторах $C1$ и $C2$ с использованием конвертеров

Температурные зависимости



Зависимость тока утечки от температуры окружающей среды
Зависимость тока утечки ионистора от рабочего напряжения

Срок службы



Перспективы

Срок службы ионисторов велик. По недавним заявлениям работников MIT, ионисторы могут вскоре заменить обычные аккумуляторы. Автобусы на ионисторах от Hyundai Motor представляют обыкновенные автобусы с электроприводом, питаемым от бортовых ионисторов. Такой автобус будет заряжаться на каждой второй или каждой третьей остановке, причем длительности остановки достаточно для подзарядки автобусных ионисторов.



Перспективы

Ёмоюиль - проект автомобиля, разрабатываемый в России, использует суперконденсатор как основное средство для накопления электрической энергии. Сами эти конденсаторы пока не выпускаются серийно и разрабатываются параллельно с автомобилем.

