

Supercondensadores como almacenamiento energético de emergencia

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Electrónica y Energía

Etiquetas: Sin etiquetas

Supercondensadores como almacenamiento energético de emergencia

Los supercondensadores (o ultracondensadores) almacenan energía electrostáticamente, no mediante reacciones químicas como las baterías. Esto les permite cargarse en segundos, soportar más de 500 000 ciclos de carga-descarga y funcionar entre -40 y +65 °C. Su limitación principal es la baja densidad energética (5-10 Wh/kg frente a 150-250 Wh/kg del litio), pero para aplicaciones específicas de supervivencia son superiores a cualquier batería.

Fundamentos: energía almacenada y cálculos

La energía almacenada en un condensador se calcula con $E = \frac{1}{2}CV^2$, donde C es la capacitancia en faradios y V el voltaje. Esta relación cuadrática con el voltaje significa que duplicar el voltaje cuadruplica la energía.

Supercondensador

Energía (Wh)

Equivalencia

Precio aprox.

1 F × 2.7 V

0.001 Wh

3.6 julios

1-2 €

10 F × 2.7 V

0.01 Wh

36.5 julios

2-4 €

100 F × 2.7 V

0.10 Wh

365 julios

5-10 €

500 F × 2.7 V

0.51 Wh

1 823 julios

10-20 €

3000 F × 2.7 V (Maxwell)
3.04 Wh
10 935 julios
30-60 €

6 × 500 F en serie (16.2 V)
3.04 Wh
10 935 julios
60-120 €

Para ponerlo en perspectiva: una batería 18650 de litio (3.7 V / 3 Ah) almacena 11.1 Wh, unas 3.6 veces más que el supercondensador de 3 000 F más grande. Sin embargo, la batería de litio tarda horas en cargarse, tiene 500-1 000 ciclos de vida y no funciona bien bajo 0 °C.

Peligro: cortocircuito: Un supercondensador de 3 000 F cargado a 2.7 V puede entregar más de 2 000 amperios en cortocircuito. Esto funde cables, suelda terminales y provoca quemaduras graves. Cubre SIEMPRE los terminales con cinta aislante o capuchones cuando no estén conectados.

Aplicaciones prácticas en supervivencia

Debido a su baja densidad energética pero alta densidad de potencia, los supercondensadores destacan en aplicaciones que requieren ráfagas cortas de energía.

Arranque de emergencia de vehículos: Un banco de 6 supercondensadores de 500 F / 2.7 V en serie da 83 F a 16.2 V. Energía: $\frac{1}{2} \times 83 \times 16.2^2 \approx 10\,900$ J. Un motor de arranque necesita 150-300 A durante 2-3 segundos ($\approx 3\,600$ - $10\,800$ J a 12 V). Es justo, pero suficiente para un coche de gasolina. Se recargan en 30 segundos desde otra batería.

Flash de emergencia / señalización: Un supercondensador de 100 F / 2.7 V alimenta un LED de 1 W durante $E/P = 365$ J / 1 W = 365 segundos ≈ 6 minutos. Para destellos de 0.1 s cada 2 s, dura $365 / 0.05 \approx 7\,300$ segundos ≈ 2 horas de señalización.

Respaldo para electrónica crítica: Un banco de 4 × 100 F / 2.7 V en serie (25 F / 10.8 V) mantiene una radio de bajo consumo (200 mW) durante $\frac{1}{2} \times 25 \times 10.8^2 / 0.2 = 7\,290$ segundos ≈ 2 horas. Suficiente para un corte eléctrico temporal.

Buffer para paneles solares: Absorben picos de generación y cubren huecos por nubes. Un supercondensador de 500 F en paralelo con la batería estabiliza el voltaje y reduce estrés en la batería, extendiendo su vida útil un 20-30%.

Conexión en serie y balanceo de celdas

Los supercondensadores individuales tienen un voltaje máximo de 2.5-2.7 V. Para obtener voltajes útiles (5 V, 12 V), hay que conectarlos en serie. Pero al conectar condensadores en serie, las pequeñas diferencias

de capacitancia causan desequilibrios de voltaje que pueden destruir celdas individuales.

La solución es un circuito de balanceo. Existen tres métodos principales:

Resistencias paralelas (pasivo): Una resistencia de 10-100 Ω en paralelo con cada celda. Simple y barato, pero consume energía constantemente. Con 100 Ω a 2.7 V: $I = V/R = 27$ mA por celda, lo que drena 73 mW continuamente por celda.

Diodos zener (semiactivo): Un zener de 2.5 V en paralelo con cada celda limita el voltaje máximo. No consume energía hasta que el voltaje excede 2.5 V. Mejor eficiencia que las resistencias, pero menos preciso.

Balanceo activo con IC (activo): Chips como el BQ33100 o el LTC3128 redistribuyen la carga entre celdas. Máxima eficiencia (>95%), pero más caro y complejo. Recomendado para bancos de más de 4 celdas en serie.

Voltaje máximo: NUNCA superes el voltaje nominal del supercondensador (generalmente 2.5 o 2.7 V). Exceder el voltaje causa descomposición del electrolito, generación de gas, hinchamiento y posible fallo catastrófico. Usa balanceo SIEMPRE en conexiones en serie.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.