

Cargadores Solares USB: Diseño Práctico con Paneles de 5 W a 20 W

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Trampas Defensivas

Etiquetas: Sin etiquetas

Cargadores Solares USB: Diseño Práctico con Paneles de 5 W a 20 W

Un cargador solar USB es uno de los dispositivos más útiles en supervivencia: permite recargar teléfonos móviles, radios portátiles, linternas recargables y bancos de energía directamente del sol. Los paneles solares portátiles de 5 W a 20 W basados en celdas de silicio monocristalino alcanzan eficiencias del 20-23 % y producen suficiente energía para cargar un smartphone en 2-5 horas de sol directo. Este artículo explica cómo diseñar un cargador solar USB funcional desde los principios eléctricos hasta el circuito completo, usando componentes reales y valores verificados.

Características eléctricas de paneles solares portátiles

Los paneles solares fotovoltaicos convierten la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico en uniones P-N de silicio. Un panel típico de 10 W tiene un voltaje en circuito abierto (V_{oc}) de aproximadamente 21 V y una corriente de cortocircuito (I_{sc}) de 0,6 A. Sin embargo, el punto de máxima potencia ($V_{mp} \times I_{mp}$) se alcanza a un voltaje menor, típicamente 17-18 V con ~0,56 A para paneles de 10 W. Estos valores corresponden a condiciones estándar de prueba (STC): irradiancia de 1.000 W/m², temperatura de celda de 25 °C y masa de aire AM1.5.

En la práctica, la potencia real obtenida varía enormemente. Un panel de 10 W nominales puede producir solo 6-8 W en un día soleado real (por ángulo de incidencia, temperatura, suciedad) y apenas 1-2 W en día nublado. La regla práctica es contar con el 60-70 % de la potencia nominal en condiciones reales.

Panel

V_{oc} (V)

I_{sc} (A)

V_{mp} (V)

I_{mp} (A)

Dimensiones aprox.

Peso aprox.

5 W monocristalino

21,6

0,31

17,5

0,29

26 × 22 cm

0,4 kg

10 W monocristalino

21,6

0,61

17,5

0,57

35 × 25 cm

0,7 kg

20 W monocristalino

21,6

1,19

17,5

1,14

42 × 35 cm

1,2 kg

20 W plegable (ETFE)

22,0

1,20

18,0

1,11

Plegado: 24 × 17 cm

0,6 kg

Circuito regulador: de 17 V del panel a 5 V USB

Un panel solar de $V_{mp}=17,5$ V necesita un regulador para reducir el voltaje a los $5\text{ V} \pm 0,25\text{ V}$ que requiere el estándar USB. Un regulador lineal como el LM7805 funcionaría pero desperdiciaría el 71 % de la energía como calor ($((17,5-5)/17,5 = 71,4\text{ \%})$). La solución eficiente es un convertidor buck (reductor conmutado).

El módulo MP1584EN es un convertidor buck muy utilizado en este tipo de proyectos. Acepta entrada de 4,5 V a 28 V, proporciona hasta 3 A de salida, y alcanza una eficiencia del 92 % típico. Viene en módulos compactos de menos de 2×2 cm con potenciómetro de ajuste. Alternativas similares son los módulos basados en LM2596 (menos eficiente, ~85 %) o XL4015 (hasta 5 A).

Ajuste de voltaje de salida: Conectar el panel al módulo buck y, sin carga, ajustar el potenciómetro multivuelta hasta leer exactamente 5,1 V en la salida con un multímetro. Se ajusta ligeramente por encima de 5,0 V para compensar la caída de voltaje en el cable USB y el conector.

Resistencias de identificación USB: Para que los dispositivos Apple y Android negocien la máxima corriente de carga, se necesitan resistencias específicas en los pines de datos (D+ y D-) del conector USB-A. Para carga genérica a 1 A, cortocircuitar D+ y D-. Para dispositivos Apple a 2,1 A: D+ a 2,7 V (divisor 43 k Ω /75 k Ω) y D- a 2,0 V (divisor 43 k Ω /49,9 k Ω). Módulos como el TP4056 con salida USB ya incluyen esta lógica.

Condensador de entrada grande: Un electrolítico de 470 μF a 1.000 μF / 25 V en la entrada del regulador actúa como buffer ante variaciones de irradiancia (nubes pasajeras). Esto evita que el regulador pierda la regulación durante interrupciones breves de luz solar.

Carga con batería intermedia: el circuito TP4056

La carga solar directa tiene un problema fundamental: las nubes interrumpen la generación constantemente, y muchos dispositivos no toleran bien las caídas de corriente durante la carga. La solución es cargar primero una batería de litio intermedia y desde ella alimentar la salida USB.

El módulo TP4056 es un cargador de baterías de litio de una celda (Li-ion/LiPo, 3,7 V nominal) ampliamente disponible por menos de 1 €. Proporciona carga CC-CV (corriente constante - voltaje constante): carga a corriente constante hasta alcanzar 4,2 V, luego mantiene ese voltaje reduciendo gradualmente la corriente hasta que cae por debajo de 1/10 de la corriente programada. La corriente de carga se establece con la resistencia Rprog: con $R_{\text{prog}} = 1,2 \text{ k}\Omega$ (valor de fábrica), la corriente es 1.000 mA.

Rprog (k Ω)

Corriente de carga (mA)

Panel mínimo recomendado

10

130

5 W (sobra margen)

5

250

5 W

2

580

10 W

1,2 (fábrica)

1.000

10-20 W

0,4 (mínimo)

3.000

20 W mínimo

Módulo con protección DW01A: Los módulos TP4056 con chip de protección DW01A y MOSFET dual FS8205A incluyen protección contra sobredescarga (corte a 2,5 V), sobrecarga (corte a 4,25 V) y cortocircuito. Estos módulos tienen 6 pads en vez de 4 y son los recomendados.

Elevador a 5 V: Para obtener 5 V USB desde la batería de 3,7 V se necesita un convertidor boost (elevador).

El módulo MT3608 acepta entrada de 2 V a 24 V y proporciona hasta 2 A a 5 V con eficiencia del 93 % típico. Alternativa: el SX1308 con características similares.

Esquema completo: Panel solar → módulo buck (a ~5 V) → TP4056 (carga batería Li-ion) → batería 18650 de 3,7 V → módulo boost MT3608 (a 5,1 V) → conector USB-A hembra. Este esquema permite cargar dispositivos incluso cuando no hay sol, usando la energía almacenada en la batería.

Selección de baterías 18650 y capacidad real

Las celdas 18650 (18 mm de diámetro, 65 mm de largo) son el formato estándar para baterías de litio recargables. Las marcas fiables son Samsung, LG, Panasonic/Sanyo y Sony/Murata. Las capacidades reales de las celdas de alta calidad van de 2.500 mAh a 3.500 mAh.

Celda

Capacidad

Corriente máx. continua

Aplicación ideal

Samsung INR18650-35E

3.500 mAh

8 A

Alta capacidad, carga solar (baja corriente)

Panasonic NCR18650B

3.400 mAh

4,9 A

Alta capacidad, descarga moderada

Samsung INR18650-25R

2.500 mAh

20 A

Alta corriente, menos capacidad

LG INR18650 MJ1

3.500 mAh

10 A

Buen equilibrio capacidad/corriente

Cuidado con falsificaciones: Las celdas 18650 etiquetadas como "UltraFire", "SureFire" genéricas o cualquiera que anuncie más de 3.600 mAh son casi siempre falsas. Las celdas reales nunca superan 3.500 mAh (a 2026). Comprar siempre de distribuidores verificados (Nkon, IMRBatteries, 18650BatteryStore).

Un smartphone típico tiene batería de 4.000-5.000 mAh a 3,85 V. Para cargarlo completamente desde una celda 18650 de 3.500 mAh a 3,7 V, considerando la eficiencia del boost converter (~90 %): energía disponible = $3,5 \text{ Ah} \times 3,7 \text{ V} \times 0,9 = 11,66 \text{ Wh}$. Energía necesaria del teléfono = $5,0 \text{ Ah} \times 3,85 \text{ V} = 19,25$

Wh. Por tanto, se necesitan al menos dos celdas 18650 de 3.500 mAh para una carga completa de un smartphone moderno.

⚠ 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.