

PRÁCTICA #3

Caracterización del subsistema de potencia del kit CuboZat 1.0

Impartida por:
Juan Ramón Solís Escobedo

Febrero 2023

Instructor: M. en C. Juan Ramón Solís Escobedo

Maestro en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones por el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) en 2016 e Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) en 2014. Actualmente cursando el Doctorado en Ingeniería y Tecnología Aplicada en la Universidad Autónoma de Zacatecas desde 2020, en donde su principal tema de estudio es el diseño de IP Cores para telecomunicaciones. Entre 2017 y 2018 contribuyó activamente en el desarrollo tecnológico de sistemas de seguridad minera para la empresa LASEC-BECKER, y a finales de 2018 participó como docente en el área de Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional (IPN). En 2019 se desempeñó como ingeniero de desarrollo tecnológico en el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo en Telecomunicaciones (CIDTE) de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la UAZ, en donde fue parte activa en el desarrollo de los subsistemas de Comunicaciones y Computadora a Bordo para un satélite tipo CubeSat. Sus intereses de investigación y académicos están centrados en los sistemas satelitales y en el diseño e implementación de sistemas de telecomunicaciones, diseño electrónico y diseño de hardware sobre IP Cores.



Objetivo

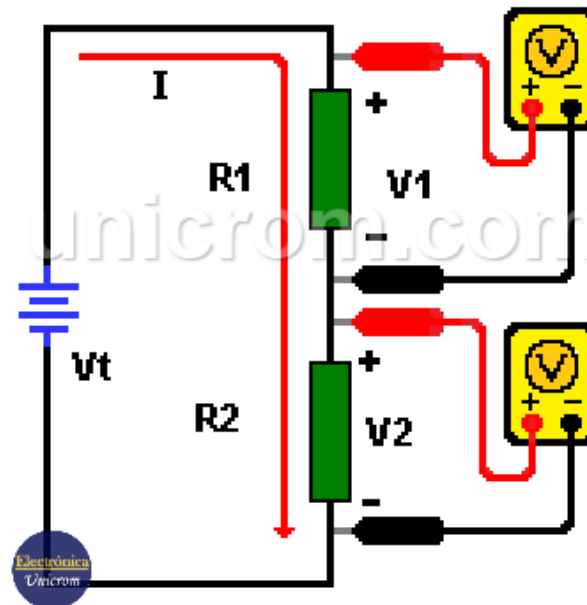
- Probar y validar la etapa de potencia del kit CuboZat v1.0, incluyendo celdas solares y batería.

Antes de comenzar: Medidas de seguridad.

- Asegúrese de tener bien colocada la pulsera antiestática y que esté debidamente aterrizada.
- Sólo la persona con la pulsera puede manipular los circuitos electrónicos.
- Asegúrese de que su equipo de medición (multímetro) este debidamente configurado.
- Tenga cuidado con un cortocircuito que pudiese provocar con las mismas puntas del multímetro.
- Asegúrese de medir correctamente voltaje y corriente.

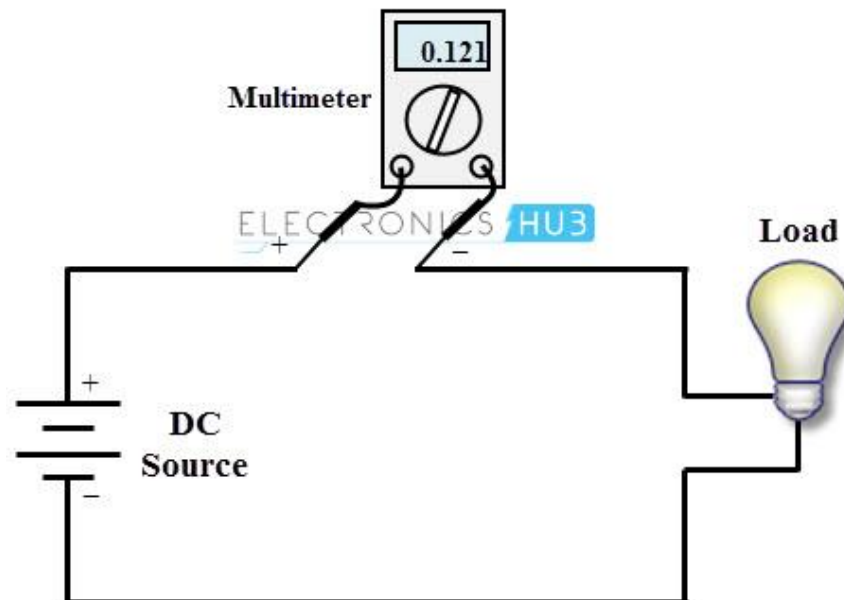
Medición de Voltaje de Corriente Directa (VCD)

1. Se selecciona en el multímetro la unidad VCD.
2. Se revisa que los cables rojo y negro estén conectados correctamente.
3. Si el multímetro tiene selector de escala, se selecciona la escala adecuada. (generalmente una escala con un valor ligeramente mayor a la que suponemos vamos a medir) Si no tenemos idea de que magnitud de voltaje es el que se va a medir, escoger la escala más grande.
4. Si no tiene selector de escala seguramente el multímetro escoge la escala automáticamente.
5. Se conecta el multímetro en los extremos del componente (se conecta en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.
6. Si la lectura es negativa significa que el voltaje en el componente medido tiene la polaridad inversa a la supuesta.



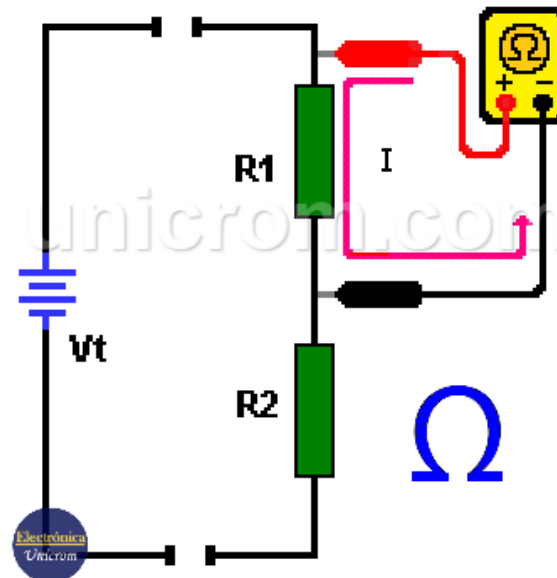
Medición de Corriente Directa (CD)

1. Se selecciona en el multímetro la unidad CD.
2. Se revisa que los cables rojo y negro estén conectados correctamente.
3. Si el multímetro tiene selector de escala, se selecciona la escala adecuada. (generalmente una escala con un valor ligeramente mayor a la que suponemos vamos a medir) Si no tenemos idea de que magnitud de corriente es el que se va a medir, escoger la escala más grande.
4. Si no tiene selector de escala seguramente el multímetro escoge la escala automáticamente.
5. El multímetro tiene que ubicarse en el paso de la corriente que se desea medir. Para esto se abre el circuito y se conecta el multímetro en paralelo y se obtiene la lectura en pantalla.



Medición de una resistencia en Corriente Directa

1. Se selecciona el multímetro en la unidad ohmios.
2. Revisar que los cables rojo y negro estén conectados correctamente. Cable rojo en el receptáculo rojo y cable negro en el receptáculo negro.
3. Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala. Si no se sabe la magnitud de la resistencia que se va a medir, escoger la escala más grande.
4. Si no tiene selector de escala seguramente el multímetro escoge la escala automáticamente.
5. Para medir una resistencia con el multímetro, se colocan las puntas de prueba en los extremos del elemento a medir (en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.



Recordando...

- La función principal del subsistema de suministro de energía es recolectar la energía solar, transformarla en energía eléctrica con la ayuda de conjuntos de células solares y distribuir energía eléctrica a otros componentes y subsistemas del satélite
- Además, el satélite también tiene baterías, que proporcionan energía eléctrica de reserva durante los períodos de eclipse, durante otras situaciones de emergencia y también durante la fase de lanzamiento del satélite cuando los paneles solares aún no funcionan.

Paso 1: Medir puntos de prueba

1. Ubique los puntos de prueba en la cara posterior del CuboZat.
2. Asegúrese de que el *jumper* P8 esté conectado (quite las celdas frontales para verificarlo) y encienda.
3. Anote los valores medidos en cada punto de prueba.

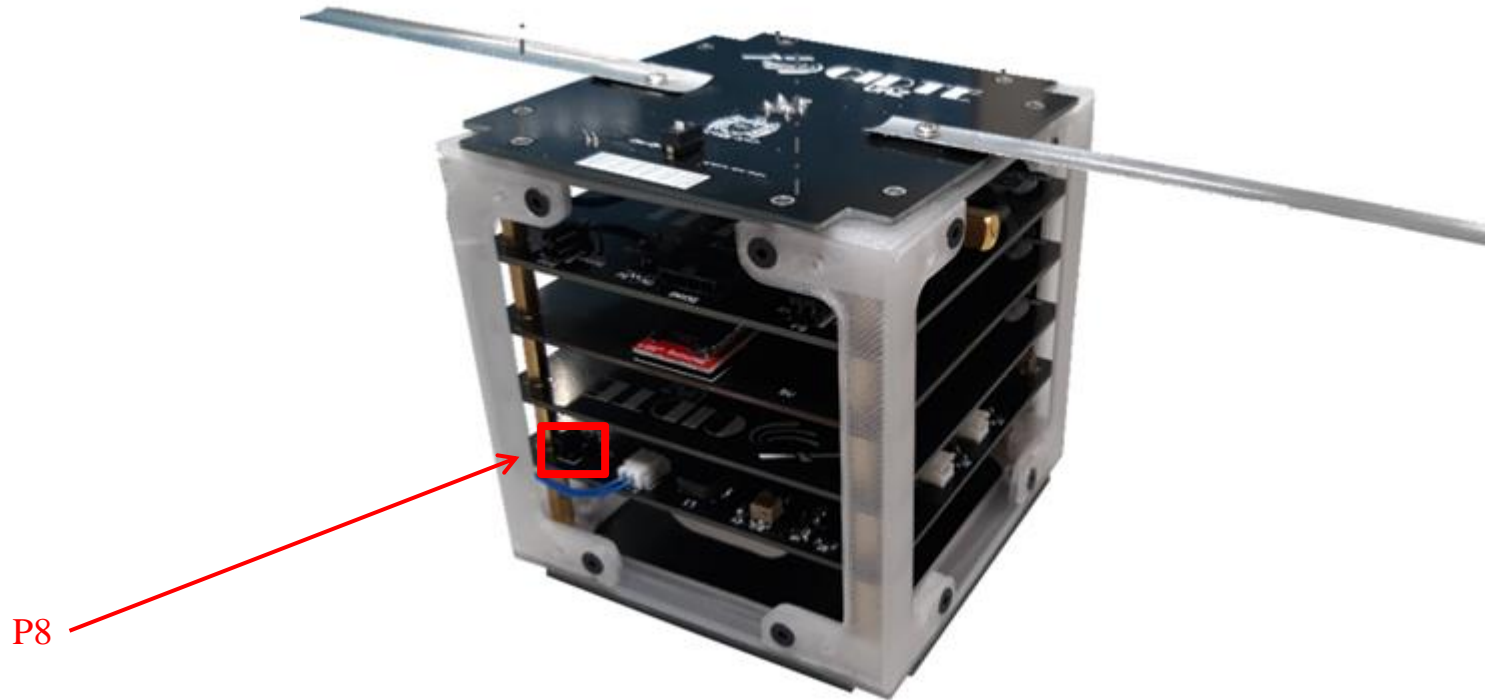


¿Hay variaciones de voltaje en algún punto de prueba?

¿Por qué sucede esto?

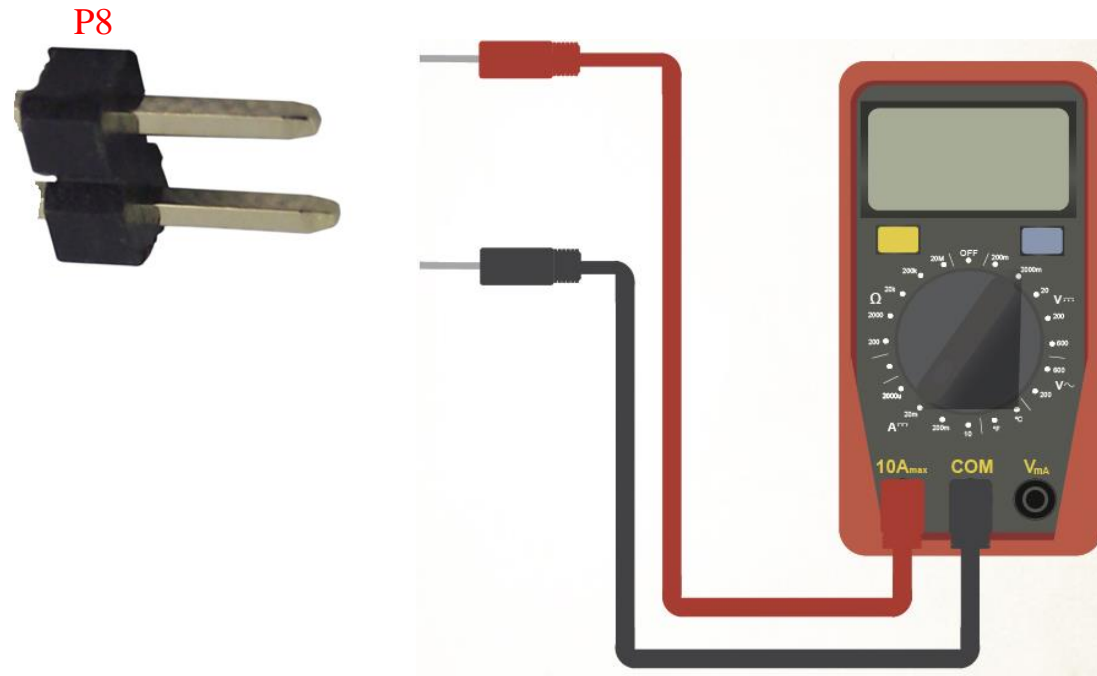
Paso 2: Quitar celdas solares

1. Apague el satélite.
2. Desconectar jumper P8.



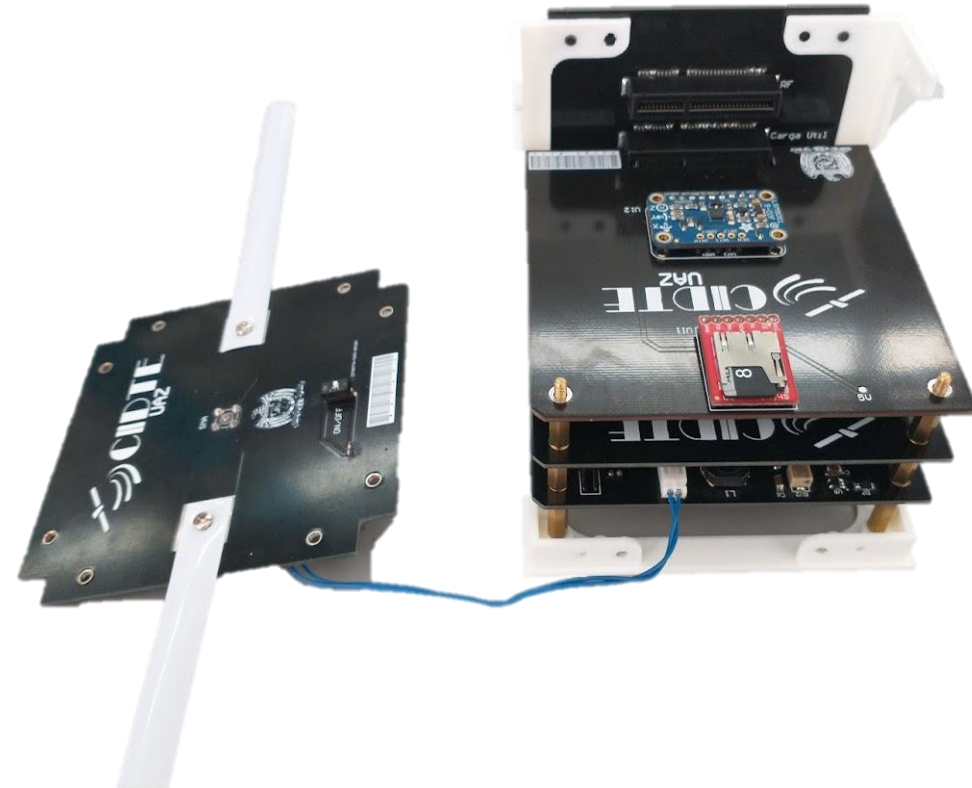
Paso 3: Medir corriente de consumo total

1. Configure el multímetro en medición de CD.
2. Conecte multímetro en P8.
3. Anote lecturas mínima y máxima.



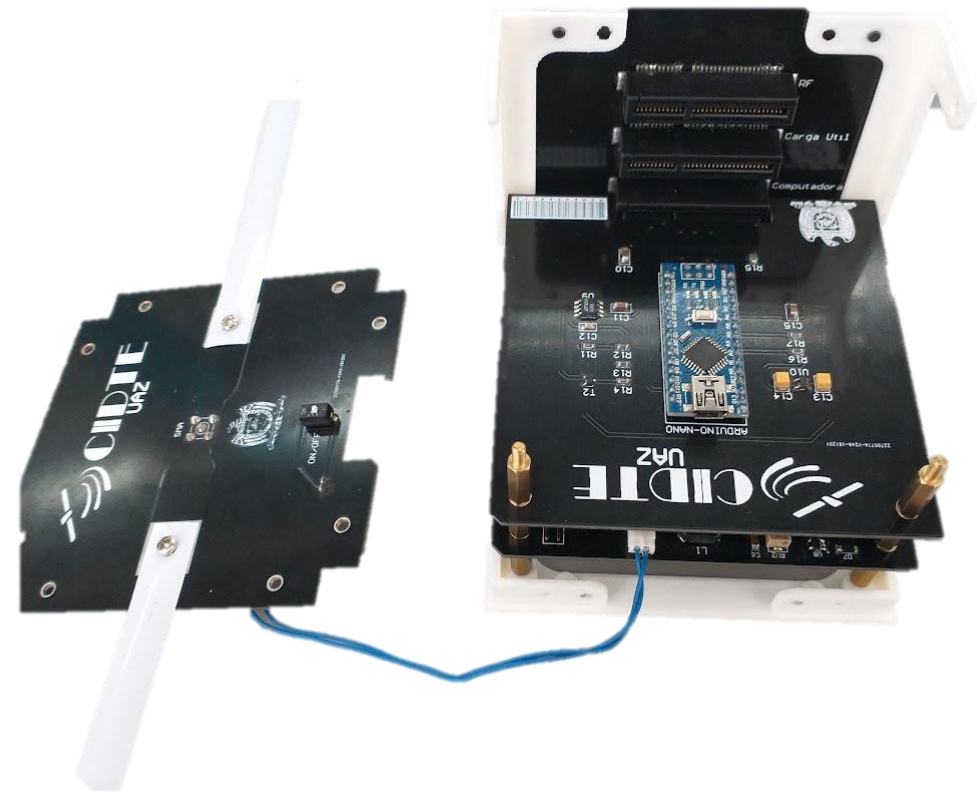
Paso 4: Desacoplar subsistema de comunicaciones

1. Apague el CuboZat.
2. Desacople la antena.
3. Desconecte P11.
4. Desacople base superior.
5. Quite postes.
6. Desacople subsistema de comunicaciones.
7. Conecte P11 nuevamente.
8. Conecte multímetro en P8 para medir CD.
9. Encienda y anote lecturas máxima y mínima.



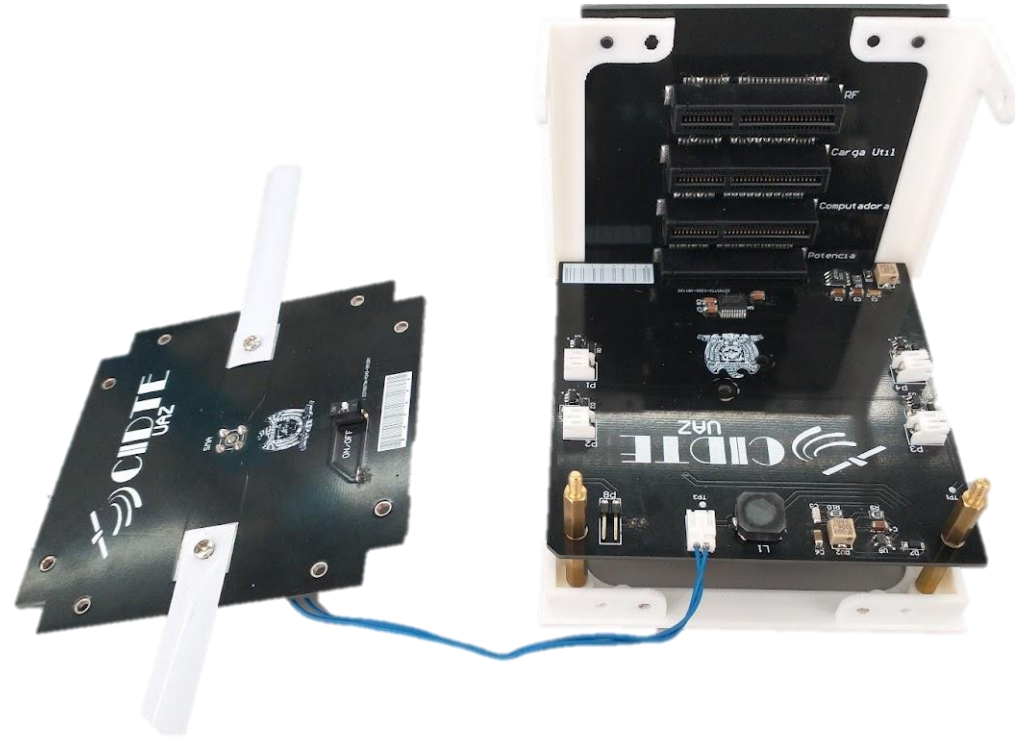
Paso 5: Desacoplar carga útil

1. Apague el CuboZat.
2. Quite postes.
3. Desacople tarjeta de carga útil.
4. Conecte multímetro en P8 para medir CD.
5. Encienda y anote lecturas máxima y mínima.



Paso 6: Desacoplar computadora a bordo

1. Apague el CuboZat.
2. Quite postes.
3. Desacople tarjeta computadora a bordo.
4. Conecte multímetro en P8 para medir CD.
5. Encienda y anote lecturas máxima y mínima.

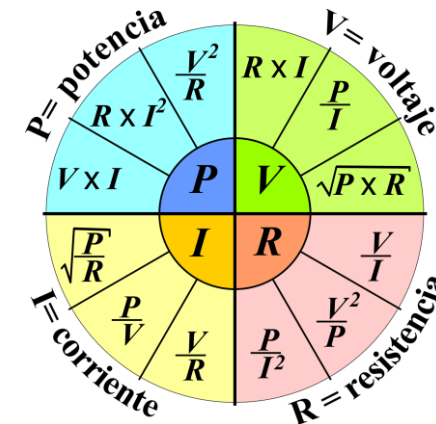
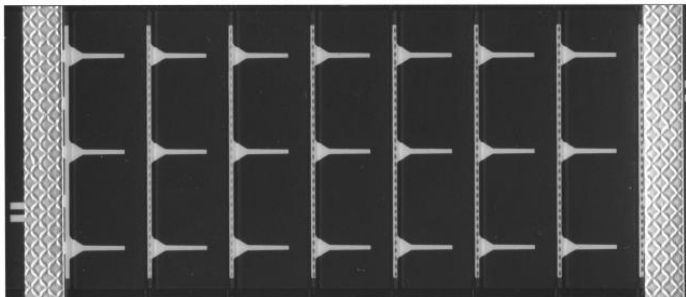


Paso 6: Cálculo de las celdas solares

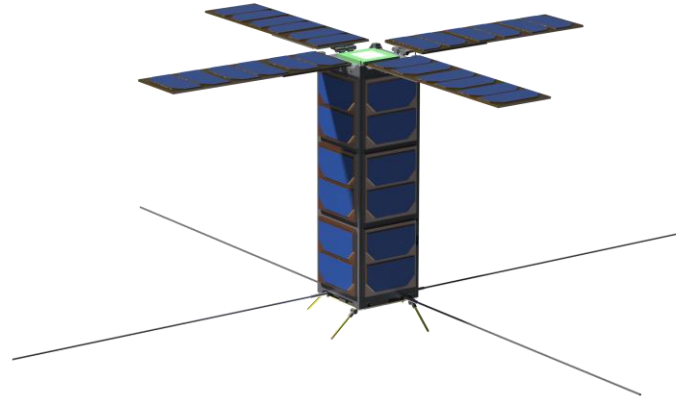
Calcule cuantas celdas solares como las ya instaladas en el CuboZat son necesarias para suministrar la potencia requerida. Tome en cuenta que:

- 1.- El diseño se hace sobre el peor de los casos, es decir, cuando el satélite esta funcionando a su máxima capacidad (I_{max}).
- 2.- Por simplicidad, se considerará que el voltaje del sistema es el que suministra la celda solar.
- 3.- Las especificaciones de las celdas solares según el fabricante.
- 4.- La ley de Ohm.

Celda solar <i>PowerFilm SP4.2-37</i>		
Potencia: 0.0924 W	Voltaje (oc): 5.9 V	Dimensión total: 37 x 84 mm
Voltaje: 4.2 V	Corriente (sc): 30 mA	Dimensión de apertura: 37 x 70 mm
Corriente: 22 mA	Grosor: 0.2 mm	Peso: 0.8 g



Ejemplo de disposiciones de celdas solares

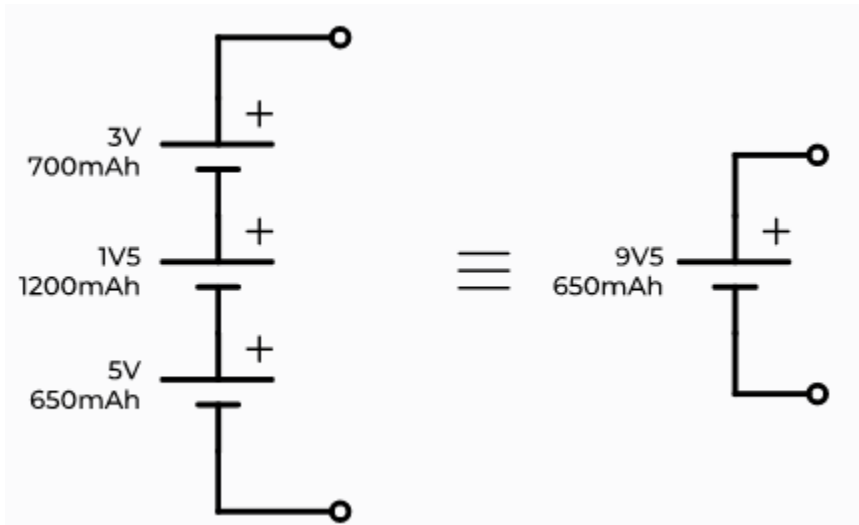


© 2017 - ISIS - Innovative Solutions in Space B.V.

Parte 2: Regulador de carga

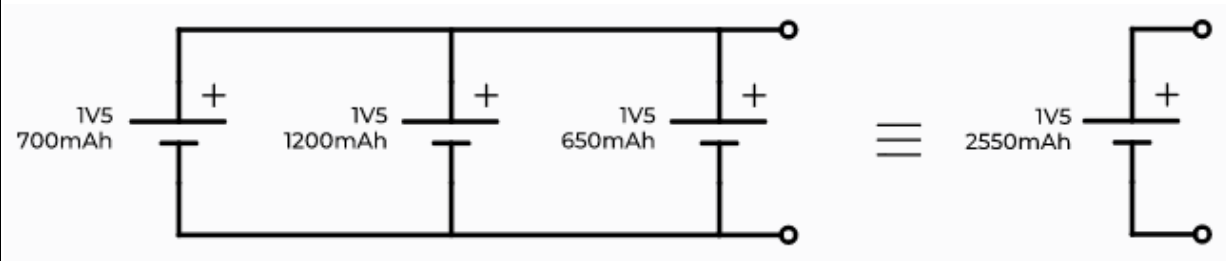
Fuentes en serie y paralelo

Ejemplo conexión en serie:



Colocar varias fuentes de voltaje en serie equivale a colocar una fuente cuyo voltaje es la suma de cada voltaje de las fuentes individuales y la capacidad de la fuente equivalente será igual a la menor capacidad de las fuentes.

Ejemplo conexión en paralelo:

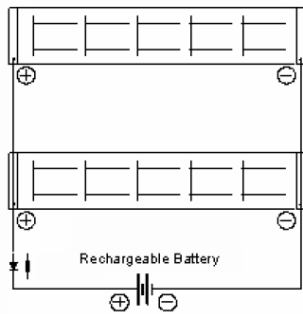


Si conectamos dos o más fuentes en paralelo, la capacidad resultante será la suma de las capacidades individuales de cada una de las fuentes.

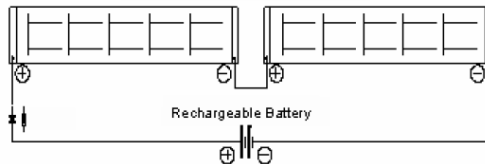
Etapa de potencia del CuboZat v1.0



Parallel Connected



Series Connected



CONFIDENCIAL

Carga con regulador externo

- Dado el propósito del CuboZat, éste tiene la opción de cargar la batería utilizando una fuente externa de 5v.
- La fuente se conecta a cualquiera de las terminales de las celdas solares.

LT3021ES8#PBF



Regulador LT3021ES8#PBF

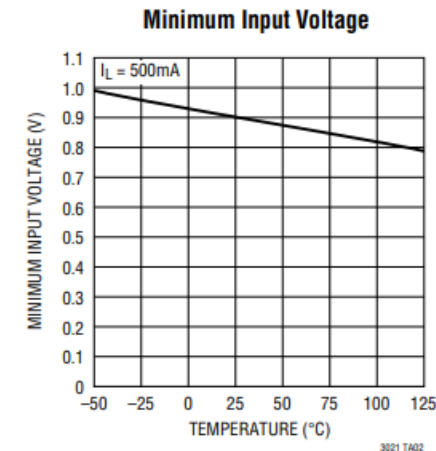
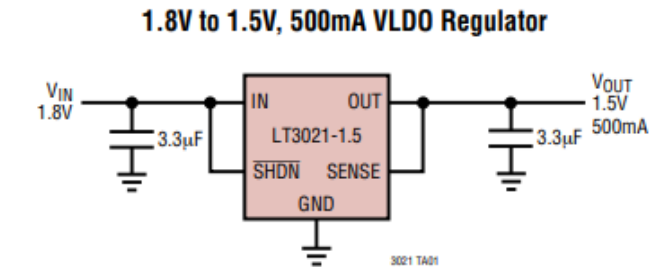
FEATURES

- V_{IN} Range: 0.9V to 10V
- Dropout Voltage: 155mV Typical
- Output Current: 500mA
- Adjustable Output ($V_{REF} = V_{OUT(MIN)} = 200mV$)
- Fixed Output Voltages: 1.2V, 1.5V, 1.8V
- Stable with Low ESR, Ceramic Output Capacitors (3.3 μ F Minimum)
- 0.2% Load Regulation from 1mA to 500mA

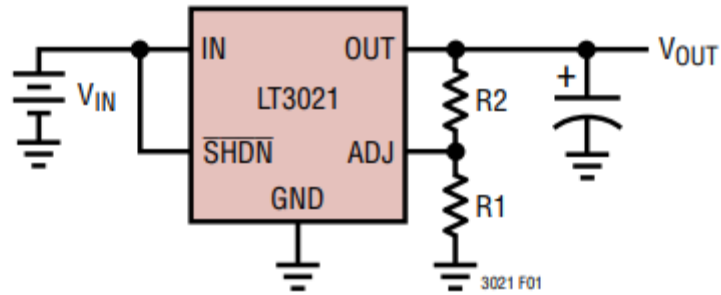
APPLICATIONS

- Low Current Regulators
- Battery-Powered Systems
- Cellular Phones
- Pagers
- Wireless Modems

TYPICAL APPLICATION



Regulador LT3021ES8#PBF ajustable

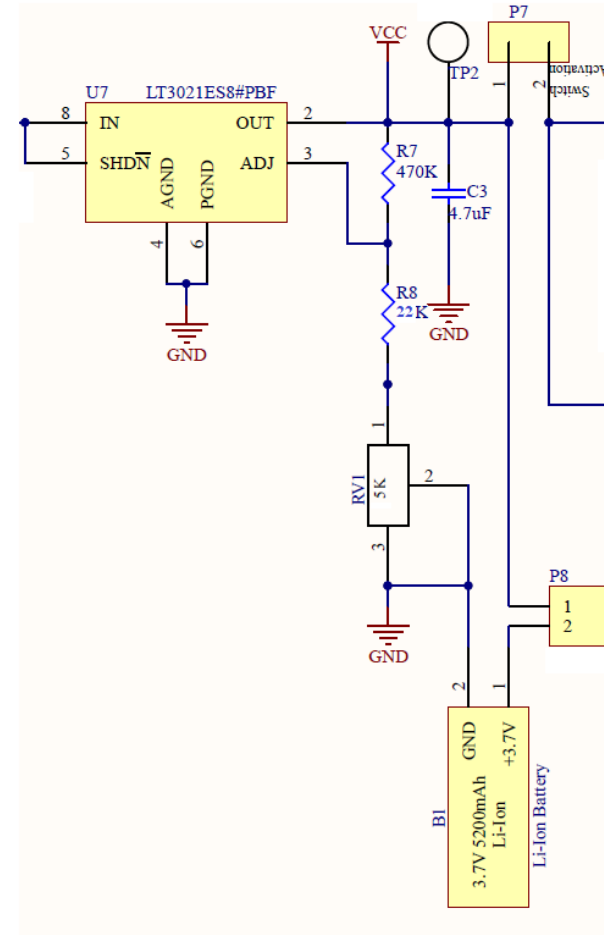


$$V_{OUT} = 200\text{mV} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) - I_{ADJ} (R2)$$

$$V_{ADJ} = 200\text{mV}$$

$$I_{ADJ} = 20\text{nA AT } 25^{\circ}\text{C}$$

OUTPUT RANGE = 0.2V TO 9.5V



Configuración del regulador

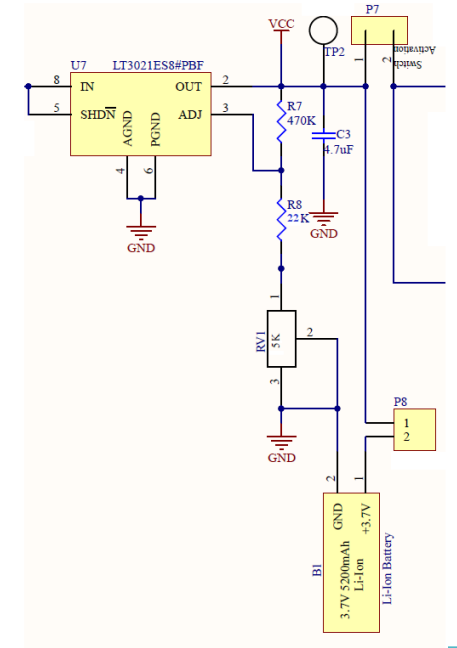
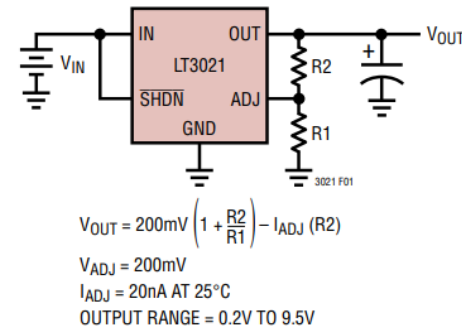


Technical Data

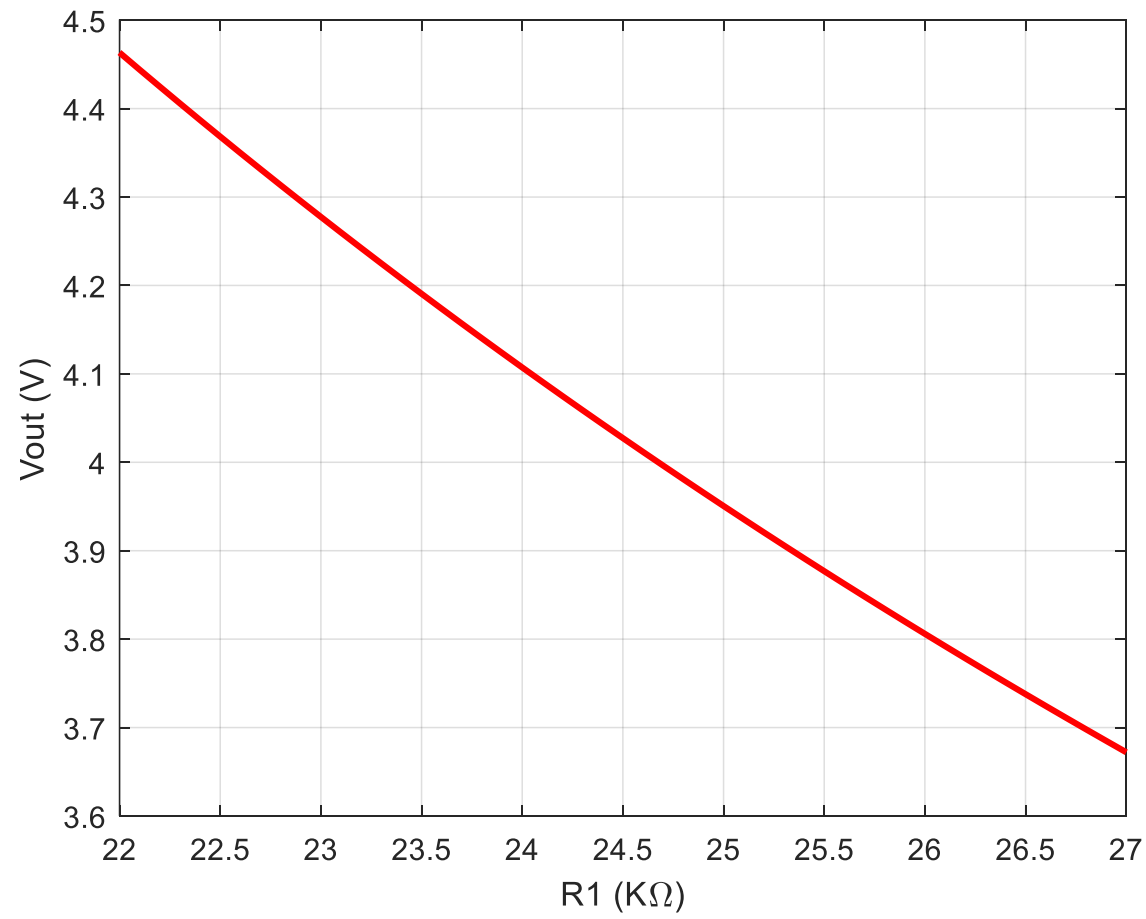
Related Items

- Type: Pack
- Chemistry: Li-ion
- Nominal Capacity (mAh): 5200
- Nominal Voltage (V): 3.7
- Maximum Discharge Current: 6.0A
- Charge Current:
 - Standard: 0.2C
 - Rapid: 0.5C
- End Voltage of Discharge: 2.75V
- Maximum Discharge: -20~60°C
- Standard Discharge: 0.2C
- Over Charge Protection:
 - Over Charge Detection Voltage: 4.25±0.05V
- Cycle Life: >300cycles
- Temperature Range:
 - Charge: 0~45°C
 - Storage:
 - Less Than 90 Days: -20 ~ 40°C
 - Less Than 1 Year: 0 ~ 30°C
 - Within 1 Month: -20 ~ 45°C
- Weight: 96g
- Operating Humidity: 60±25%R.H
- Storage Temperature: Best 10~25°C for long-time storage
- Storage Humidity: 60±25%R.H
- Dimensions: 18.8(±0.5) x 36.8(±0.5) x 66.3(±0.5)mm (TxWxH)

1. ¿A qué nivel de voltaje de salida debe configurarse el regulador tomando en cuenta las especificaciones de la batería?
2. ¿Cuál debe ser el valor de RV1?
3. ¿Suponiendo que la batería esta completamente descargada, cuanto tiempo le tomará para cargarse completamente?

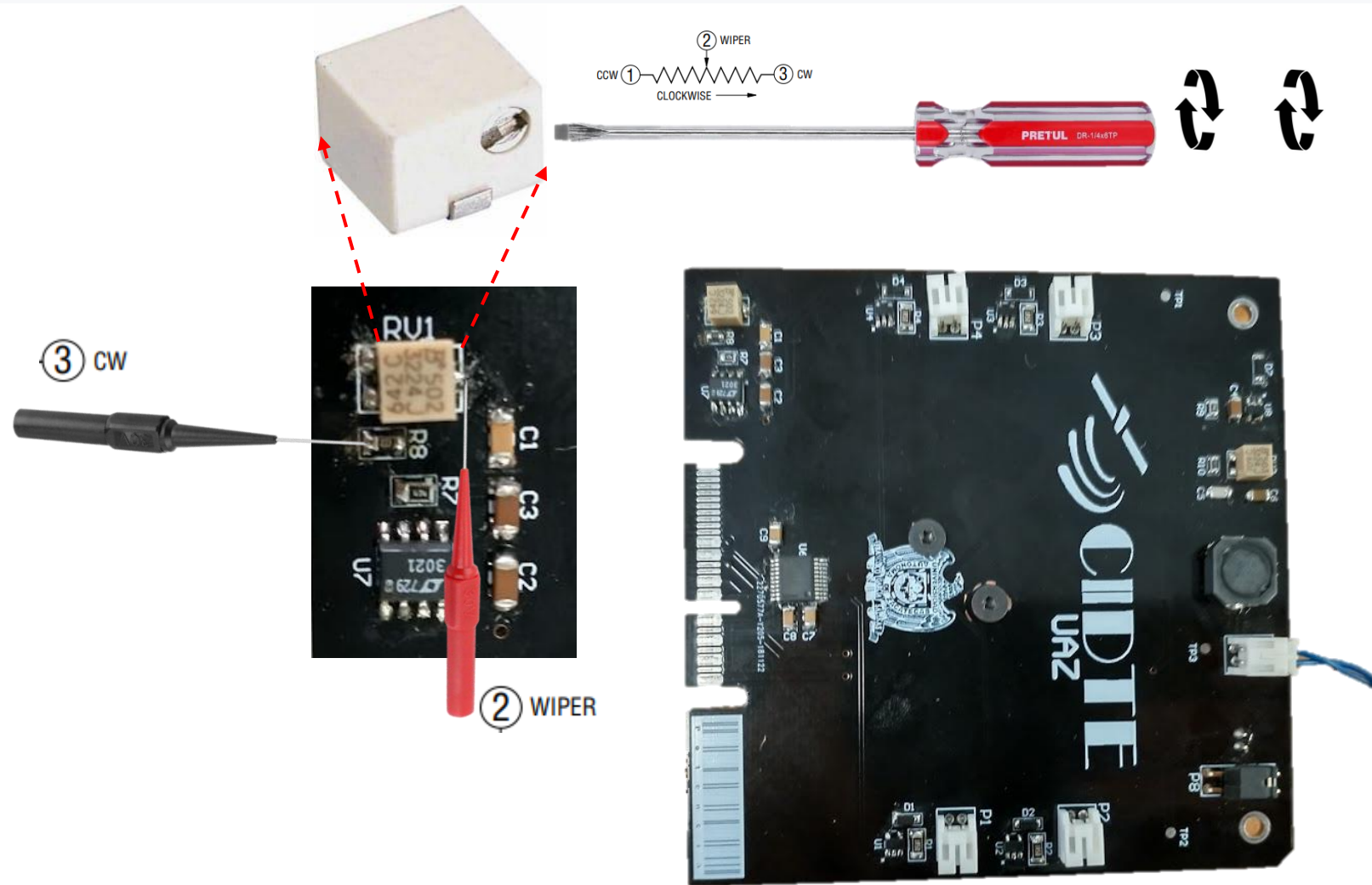


Rango de voltaje posible teórico



Ajuste del regulador: opción 1

1. Apague (switch off).
2. Coloque el jumper en P8.
3. Conecte multímetro entre R8 y RV1 en los puntos que marca la imagen y configure el multímetro para medir resistencia.
4. Establezca el valor de la resistencia calculada anteriormente.
5. Verifique midiendo el voltaje en TP2.
6. Ajuste de ser necesario.



Ajuste del regulador: opción 2

1. Coloque el jumper en P8
2. Conecte multímetro entre GND y TP2 para medir VCD.
3. Encienda (switch on).
4. Varíe RV1 hasta establecer el voltaje deseado.

