



Laboratorios

PPS - Cerco virtual

Matias Ariel Ramirez y Fabio Vidal
29 de junio de 2024

Índice

1. Laboratorio	2
1.1. 2024/1/25	2
1.2. 2024/3/4	2
1.3. 2024/3/6	3
1.4. 2024/3/22	4
1.5. 2024/3/27	4
1.6. 2024/4/3	5
1.7. 2024/4/9	6
1.8. 2024/4/12	6
1.9. 2024/4/16	6
1.10. 17/4/2024	6
1.11. 19/4/2024	7
1.12. 26/4/2024	10
1.13. 14/5/2024	13
1.14. 21/5/2024	15
1.15. 22/5/2024	15
1.16. 24/5/2024	15
1.16.1. Pruebas con el CN3791	16
1.16.2. Step-Down	18
1.17. 27/5/2024	18
1.18. 28/5/2024	18
1.19. 29/5/2024	19
1.20. 30/5/2024	19
1.21. 31/5/2024	19
1.22. 3/6/2024	19
1.23. 4/6/2024	19
1.24. 5/6/2024	19
1.25. 7/6/2024	20
1.26. 8/6/2024	20
1.27. 10/6/2024	20
1.28. Semana 10/6/2024 y Semana 27/6/2024	21
1.29. 24/6/2024	21
1.30. 25/6/2024	21
1.31. 26/6/2024	21
1.32. 27/6/2024	21
1.33. 28/6/2024	22

1. Laboratorio

1.1. 2024/1/25

El 25 de enero de 2024 se concurrió al laboratorio de prototipado de la Universidad Nacional de Río Negro para fabricar el PCB del descargador de batería. El método empleado fue el de transferencia por rayos UV.

En primer lugar, se exportó un negativo del circuito impreso, en formato PDF y reflejado horizontalmente, desde el software utilizado para su diseño, EasyEDA. La impresión se realizó en papel de transferencia con la mayor resolución posible.

Se limó suavemente la superficie de la placa de cobre a fin de quitar impurezas y eliminar irregularidades, y se le pegó un trozo de película fotosensible encima, cuidando de no dejar burbujas. Para separar el protector de la película, se utilizaron dos trozos de cinta de papel de la misma forma que se utiliza al colocar protectores de celulares. Para una mejor adhesión, se utilizó una plastificadora (DASA LM240).

Después se colocó la placa en una insoladora, se alineó con el fotolito, y se la expuso a rayos UV durante diez minutos. El fin de esta etapa es aumentar la resistencia de las zonas no irradiadas para cuando deba usarse el revelador. Una vez transcurrido el tiempo, se la retiró, se quitó la película transparente superior de la lámina fotosensible y se sumergió en revelador durante otros diez minutos, tras lo cual se enjuagó con abundante agua. En este punto era visible la placa de cobre con las pistas cubiertas por la impresión (un negativo del pcb final). Cualquier error provocado en las pistas, debidas principalmente a pequeñas burbujas que quedaron luego del método de plastificado, se corrigió con marcador de tinta indeleble.

A continuación, se realizó un ataque químico al cobre, para disolverlo. El proceso duró alrededor de 20 minutos, durante los cuales la placa se fue moviendo ligeramente a intervalos regulares. Pasado ese tiempo, la placa se enjuagó y se retiró cualquier residuo que hubiera quedado en la superficie.

En este punto el PCB se veía como con las pistas de cobre expuestas. Se le aplicó un barniz protector a fin de evitar cualquier formación de óxido, y se hicieron los agujeros para los componentes. Se montaron los mismos, se soldaron, se colocaron pequeños soportes de goma en los extremos, y el PCB quedó listo.

1.2. 2024/3/4

Probamos el circuito de Load-Sharing, utilizando un panel solar de 150mA y 5V, una batería 18650 de litio-ion de 3.2V, un cargador solar CN3791, un transistor canal P IRF9530, una resistencia de 100k Ohm y 2 diodos 1N4007. El circuito funcionó con éxito, se utilizó un diodo led para comprobar el cambio de alimentación, viéndose como cambiaba la intensidad de la luz del led dependiendo de quien estuviese suministrando la energía, ya sea el panel solar o la batería.

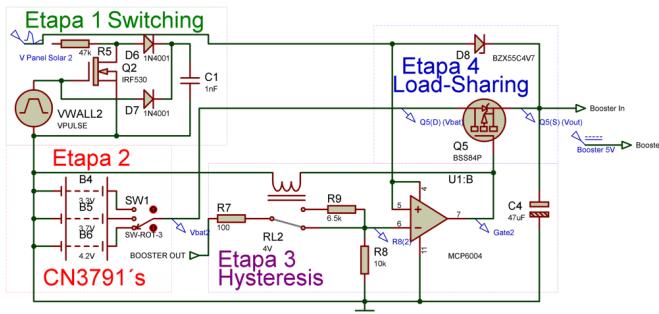
Además, probamos este panel cambiándole la inclinación y agregándole objeto para aumentar la insidencia del sol.

- Mirando al cielo a media sombra (con protector): $\sim 20\text{mV}$.
- Mirando al cielo (con protector): $\sim 70\text{mV}$.
- Mirando al cielo (con protector): $\sim 100\text{mV}$.
- Mirando al cielo (con protector) + lupa: $\sim 130\text{mV}$.
- Mirando al sol: $\sim 110\text{mV}$.
- Mirando al sol + lupa: $\sim 160\text{mV}$.

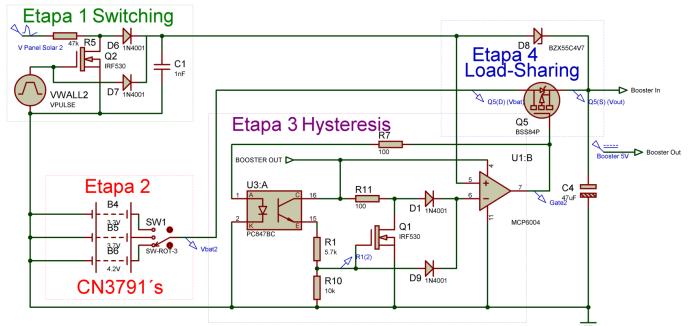
Después comprobamos el amperaje de entrada y salida del CN3791, utilizando una fuente de 5.96V y 1A. Se dio la primera muestra que el CN3791 estaba consumiendo de la fuente 535mA y después 1A. Además, dando como salida 1.2A.

1.3. 2024/3/6

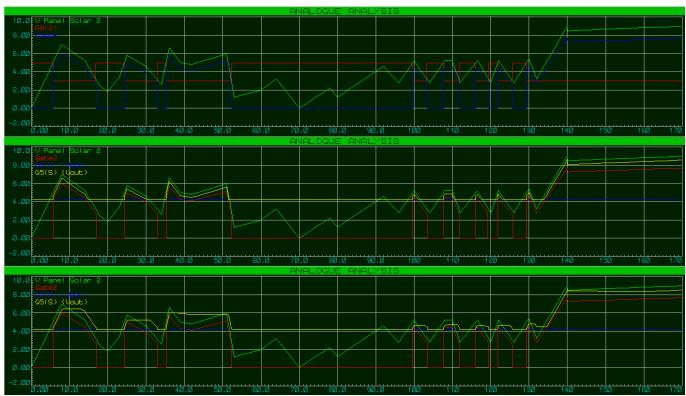
Propuse dos nuevos circuitos para realizar la histeresis, uno utilizando un relé y el otro utilizando un optocoplador (existe uno en la uni llamado: TCST2103).



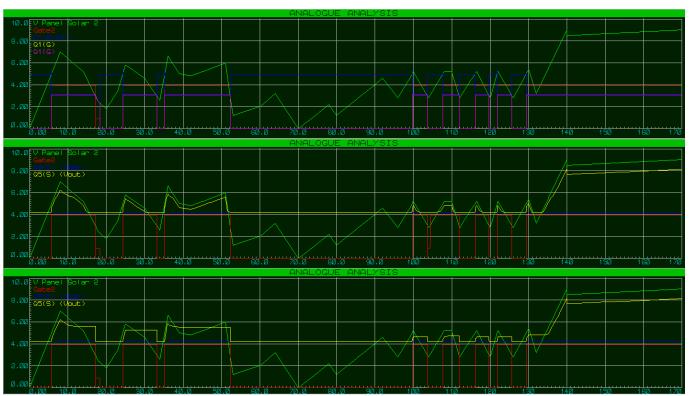
(a) Usando un relé.



(b) Usando optocoplador.



(c) Señales usando un relé.



(d) Señales usando optocoplador.

Figura 1: Nuevos circuitos propuestos.

Probamos cargar la batería con el CN3791 y además le cambiamos la resistencia de 050 por una de 040 para dejar pasar más corriente hacia la batería. A continuación se detallara una tabla con los valores probados.

Valores configurados en la Fuente		Valores vistos en la Fuente		Valores obtenidos desde la batería	
Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)
5	1.5	5	0.050	-	0.080
6	1.5	6	0.550	-	0.800
6.3	2	6.3	0.600	4.1	2.20
7.1	2	7.1	1.420	-	2.000
8.2	2	8.2	1.210	-	1.980
12	2	12	0.840	-	1.950
4.9	2	4.9	0	-	0.600
4	2	4	0	0	0

Cuadro 1: Tabla comparativa con la resistencia de 050.

Valores configurados en la Fuente		Valores vistos en la Fuente		Valores obtenidos desde la batería	
Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)
6	2	6	1.110	-	1.40
6	3	6	1.150	-	1.440
7	3	7	0.960	4.160	1.370

Cuadro 2: Tabla comparativa con la resistencia de 040.

Cabe destacar que los resultados no son comparativos debido a la forma en la que funciona el MPPT y su curva característica. Además, los datos estan ordenados de forma cronológica.

1.4. 2024/3/22

Probaremos el Step-up (MT3608), probando el mínimo, 5V y máximo entregándole diferentes valores de voltaje. Su voltaje de entrada va de 2 a 24V

A partir de 2.015V empieza a funcionar el step-up, este voltaje de salida se establece mediante un trimpod, y se queda fijo independientemente del voltaje que se le aplique de más.

Se probó el step-up para ver si perdía amperaje, se pudo ver que era insignificante, pero comenzaba a andar a partir de los 5.4V.

Con un Amperaje de 3A el step-up dio una oscilación entre 0.5-2A. Pero una salida del CN estable de 0.4A

Valores configurados en la Fuente		Valores de salida del Step-up	
Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)
3	0.5	12.5	-
6	3	6	1.150
7	3	7	0.960

Cuadro 3: Tabla comparativa con la resistencia de 040.

Panel solar 19:12, 22/3/2024, tiempo: llovizna y nublado, voltaje: 3.3V

Panel solar 19:33, 22/3/2024, tiempo: llovizna y nublado, voltaje: 2.0V

El INA no vino roto.

1.5. 2024/3/27

Usamos el CN3791 con el panel solar de 6V y 150mA para comprobar la función MPPT del primero, además de comprobar la nueva resistencia que antes fue cambiada.

Se probó el circuito de Switching y con ello se pudo observar que este funciona tal cual lo esperado.

Se probó el optocoplador dando resultados satisfactorios.

Se probó el opamp LM324, por desgracia no funcionó, sospechamos que este roto. Se debería de buscar un sustituto.

Se propuso un diagrama de bloques para organizar el el estado de la PPS, para ello se dividió en 3 partes:

- **Información:** Acá entra todo lo relacionado a la búsqueda de información para proponer circuitos que nos sean útiles.
- **Diseño:** Estarán todos los diseños de circuitos propuestos.
- **Implementación:** El desarrollo en PCB de los circuitos que finalmente no fueron descartados.

Estas partes a su vez están divididas en:

- **Batería:** Todo lo relacionado a la elección de la batería y circuitos relacionados a ella.
- **Panel Solar:** Elección de este, además de como sera implementado.
- **Cargador:** Principalmente las tecnologías y circuitos propuestos para la creación de este.

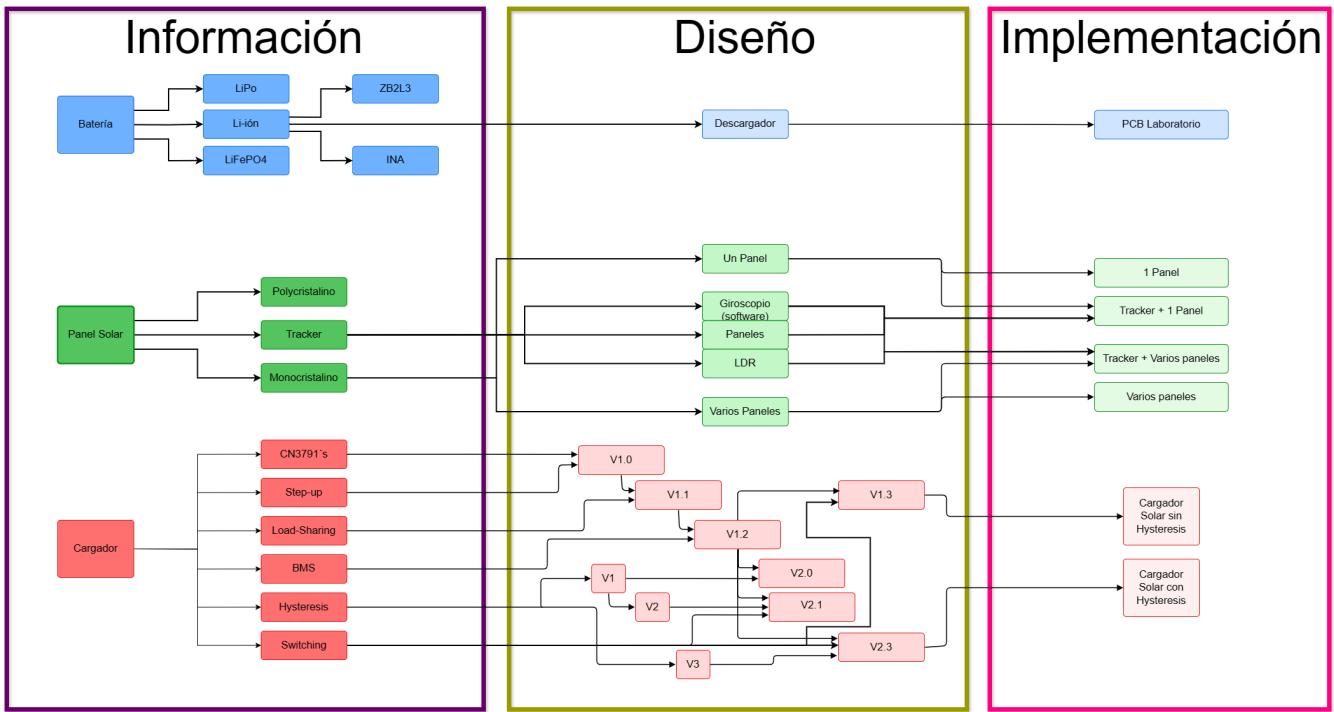


Figura 2: Diagrama de bloques de la PPS.

1.6. 2024/4/3

Se buscaron opamps que nos puedan servir para la función de comparador.

Componente	V_{in+}	V_{in-}	V entradas	Tipo	¿Hay en Arg y uni?
LM311	5-20	-	-	General - Single	Si ¹ - Si
LM324	3-32	GND	-	General - Quad	Si ² - Si
LM339	2-36	GND	-	General - Quad	Si ³ - Si
LM348	+15	+15	-	General - Quad	Maso ⁴ - Si
LM358	3-36	-	-	General - Dual	Si ⁵ - No
LM386	4-12	GND	-	General - Single	Si ⁶ - Si
LM393	2-36	GND	-	General - Dual	Si ⁷ - Si

Cuadro 4: Opamps propuestos.

Comprobamos el uso del opamp LM358 como comparador, funcionando con éxito. Hay una diferencia de entre 10-20mV para el cambio de salida, o sea $V_+ > V_- + 10mV$. También se comprobó que para seleccionar el máximo umbral, este debe de ser de entre 600-700mV por debajo del voltaje de alimentación del opamp.

Además comprobamos a los opamps LM311 y LM393 que no funcionaron como comparador. También el LM386, que anduvo pero había una diferencia de 200mV para el cambio lógico de 1 a 0 y 1,9V para el cambio lógico de 0 a 1, por lo cual su uso que descartado.

Concluimos en el uso del LM358, que fue el único que funciono como esperamos. Como se ha dicho con anterioridad, el LM311 y LM396 están descartados debido a que no funcionaron, el LM386 está descartado debido a que no cumple con nuestras necesidades. Y los LM324, LM339 y LM348 no fueron probados pero están descartados debido a su cantidad de amplificadores integrados, los cuales no se usaran, prefiriendo a los integrados que tengan 1 o 2 opamps.

Además, se empezara a actualizar el avance de la PPS mediante un diagrama de bloques en el cual se pueden ver los requisitos necesarios para completar tareas/procesos propuestos. La idea es de tener una actualización semanal a partir de ahora, siendo esta la semana 14 de 2024.

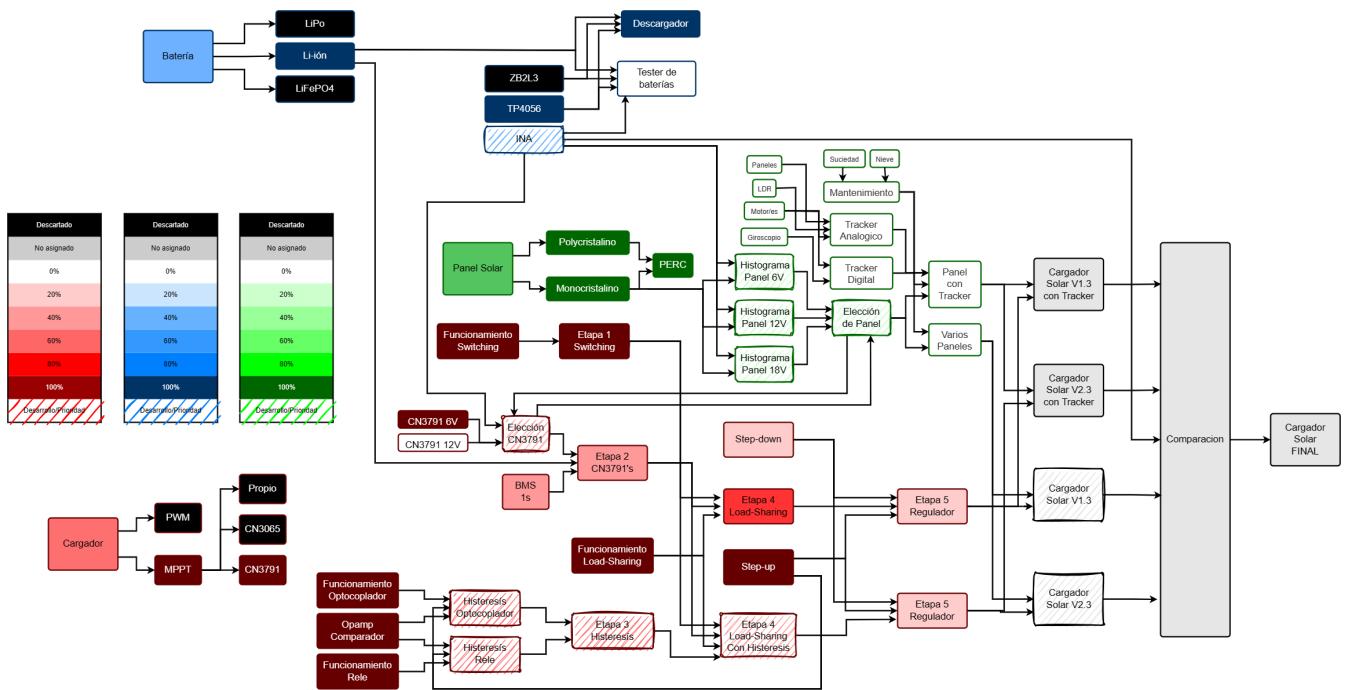


Figura 3: Diagrama de bloques sobre el avance de la PPS - Semana 14-2024.

1.7. 2024/4/9

Se intento implementar la histeresis V3, fracasando en el intento.

1.8. 2024/4/12

Se empezó a implementar la histeresis V4. Además se comprobó el componente LM324 de forma exitosa, sustituyendo al LM358 debido al cambio de la forma de realizar la histeresis.

1.9. 2024/4/16

Se completo la implementación de histeresis con éxito. Además se pudo probar el circuito agregandole las etapas de Load-Sharing y Switching. Solo queda probar el circuito con el CN3791, step-up y step-down.

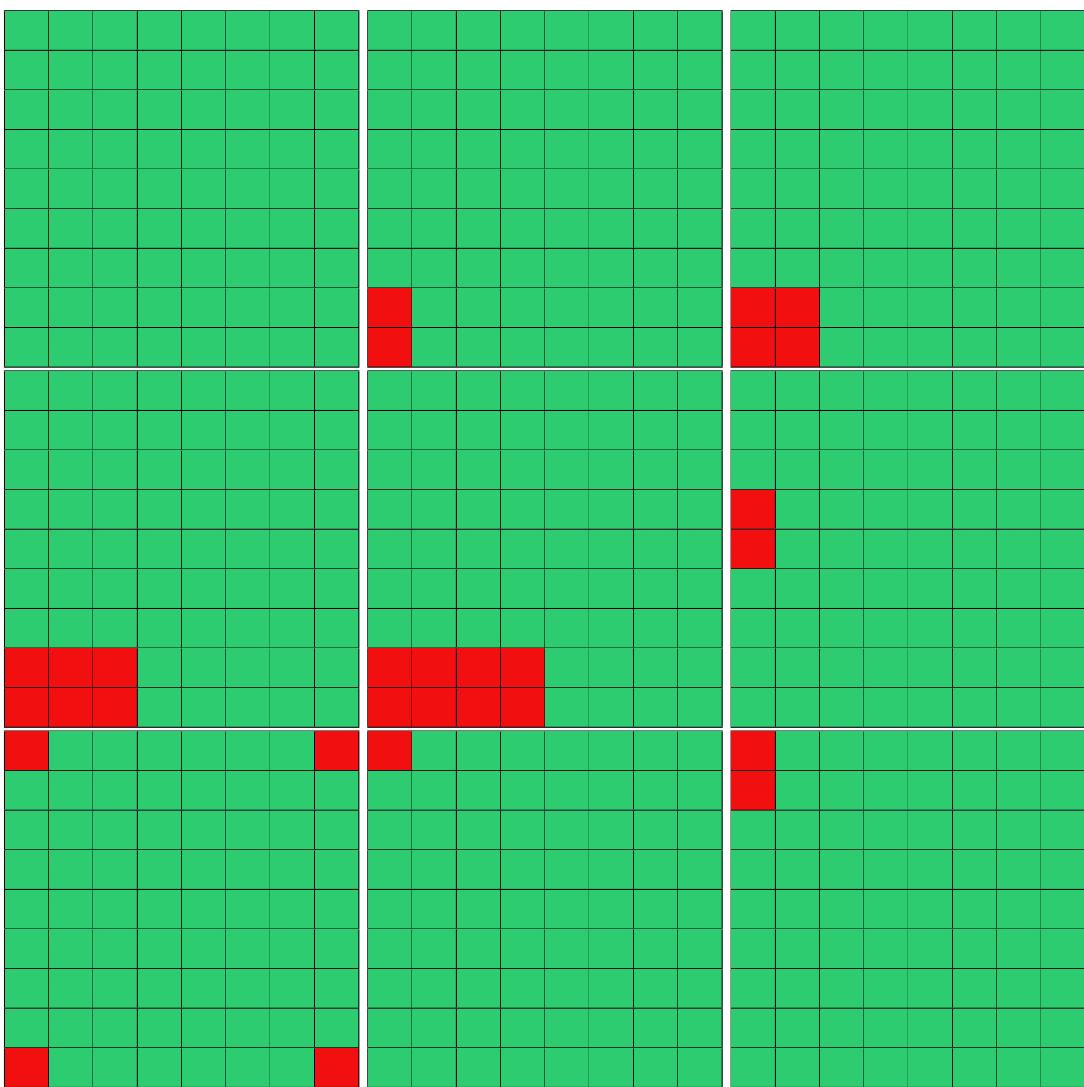
1.10. 17/4/2024

Se comprobó que el panel solar prestado por Altec funciona. Este es un panel de 10W, con 18V de tensión a circuito cerrado de máximo y 22V a circuito abierto y corriente máxima de 500mA.

1.11. 19/4/2024

Se comenzó probando el panel de 18V. Esta prueba se decidió en demostrar que variara mucho su eficiencia dependiendo que celdas del panel se estén tapando. Este panel se compone por una cuadricula de 8x9 y los resultados se ven a continuación.

1. 350mV y 1,87V a 0° y 520mA y 2,98V a 45°.
2. 288mA y 1,2V.
3. 90mA y 0,5V.
4. 32mA.
5. 0mA.
6. 230mA.
7. 160mA.
8. 260mA.
9. 0mA y 74mV



Cuadro 5

También se probó conectar al panel el CN3791, dando los siguientes resultados:
A 0°(apoyado en el piso):

- V_{in} : 5,33V. V_{out} : 3,5V.
- I_{in} : 490mA. I_{out} : 540mA.

A 45° (mirando el sol):

- V_{in} : 5,39V. V_{out} : 3,55V.
- I_{in} : 618mA. I_{out} : 835mA.

Se probó el step-up para comprobar si además de aumentar el voltaje, también se podía aumentar la corriente dependiendo del circuito que este a la salida de este. Claramente no funcionó, pero se pudo observar que con 2.2V y solo 20mA en la entrada, pudo aumentar el voltaje a 4.85V.

Para terminar, se probó de nuevo el CN3791 con la fuente del laboratorio. Esto para comprobar como se comporta el MPPT dependiendo de que voltaje y que corriente se le da. Cabe aclarar que se le modificó la corriente y dio los mismos resultados, utilizando 1A, 500mA, 40mA y 20mA.

Conf. en la Fuente		Vistos en la Fuente		Salida (Batería)		
V	mA	V	mA	V	mA	Observaciones
<2.89	500	2.89	48	3.54	85	Por debajo de ese voltaje, la fuente se auto setea a 2.89V.
2.89	500	2.89	48	3.54	85	A partir de este voltaje comienza a disminuir la corriente.
2.95	500	2.95	7	3.54	7	
3	500	3	2	3.55	12	Límite de bajada de corriente.
3 <V <4.2	500	-	2	3.55	12	En este intervalo de voltaje, la corriente de entrada y salida se mantienen constantes.
4.20	500	4.20	2	3.47	8	A partir de este voltaje comienza a encender el led rojo del CN3791.
5.08	500	5.08	2	3.47	8	Hasta este voltaje se mantiene la corriente.
5.09	500	5.09	14	3.48	16	Comienza la igualdad entre la corriente de entrada y la de salida.
5.13	500	5.13	32	3.53	30	
5.16	500	5.16	54	3.52	54	Termina la igualdad entre la corriente de entrada y la de salida
5.17	500	5.17	14	3.53	16	Se dispara la diferencia entre la corriente de salida y la de entrada. Da un 14.28 % más de corriente.
5.19	500	5.19	93	3.53	113	21.5 %
5.20	500	5.20	131	3.60	164	25.19 %
5.25	500	5.25	307	3.70	390	27 %
5.29	500	5.29	500	3.82	620	24 %
>5.29	500	5.29	500	3.82	620	Por encima de este voltaje, se mantiene el voltaje y corriente
18	500	5.31	500	3.74	620	A pesar de subir el voltaje a 18V, tanto el voltaje como la corriente se mantienen
5.54	1000	5.54	1000	3.95	1205	Se cambio la corriente de la fuente para ver si hay cambios, no los hay. Da un 20.5 % más de corriente.

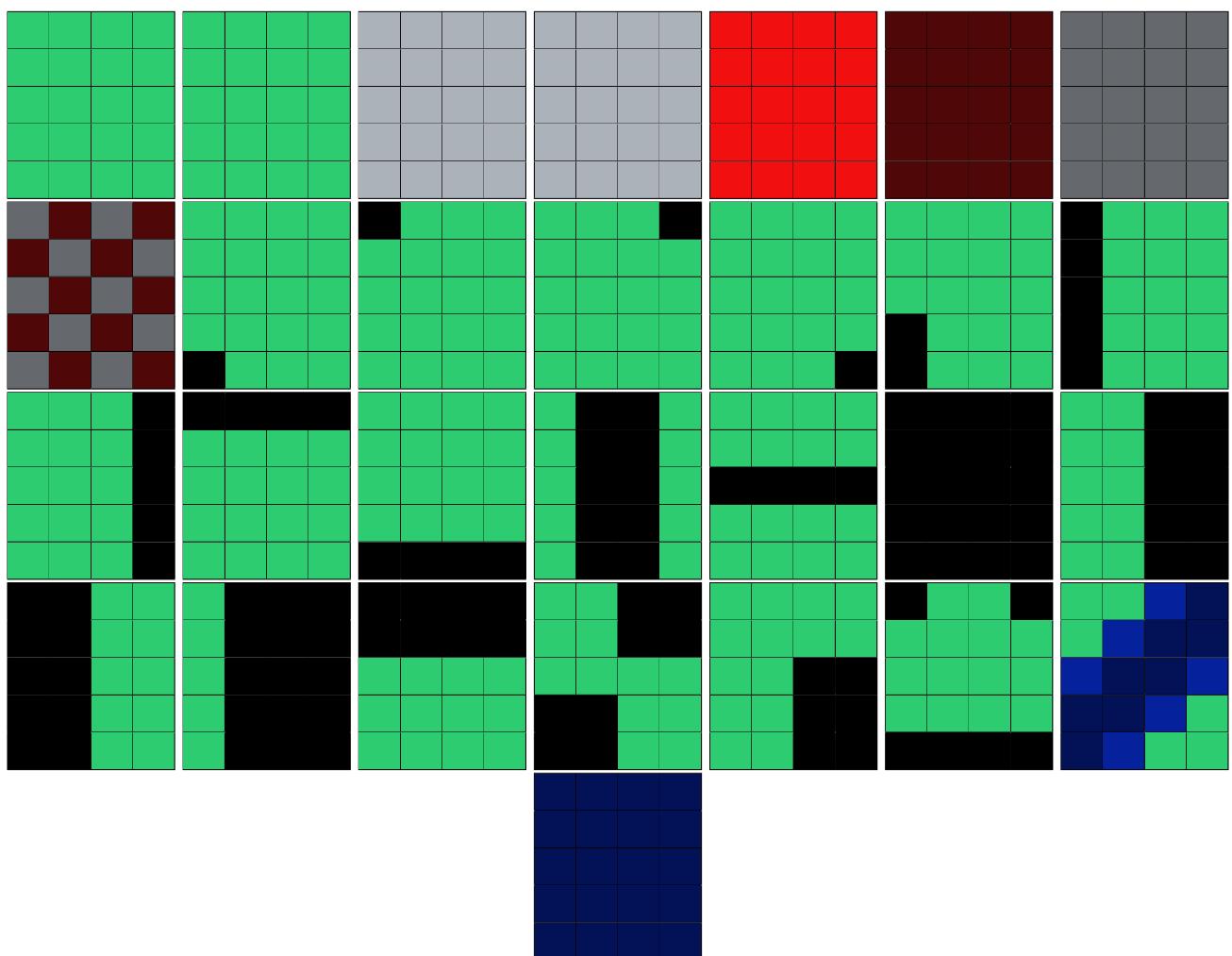
Cuadro 6: Datos tomados durante la experimentación con el CN3791.

1.12. 26/4/2024

Se probó el panel monocristalino de 6V, con diferentes climas tapándole diferentes celdas de este. Cabe aclarar que el panel contiene 4 x 5 celdas.

Libre	Sombra	Sombra + Cuellito	Suelo	Suelo + Cuellito	Otro

Cuadro 7



Cuadro 8

Configuración de celdas	Soleado		Nublado		Full Nublado	
	mV	mA	mV	mA	mV	mA
a) Nada	6000		376 600	63 100	200	40
b) A contra luz, mirando una pared blanca	5300					
c) Media Sombra	4700					
d) Media sombra y mirando a la sombra	3000					
e) Mirando al suelo	1000					
f) Mirando al suelo + cuellito	400					
g) Media Sombra + Cuellito	2500					
h) Media Sombra y mirando a la sombra + cuellito	1500					
i) Esquina Inferior Izquierda	5800		315	30	140	16
j) Esquina Superior Izquierda					170	32
j) Esquina Superior Derecha					130	8
j) Esquina Inferior Derecha					86	2
i) 2x1 Inferior Izquierda	5700		200	11		
i) Izquierda	4900		180	15	70	17
i) Derecha	5700				70	17
i) Superior					41	11
i) Inferior					41	11
i) Interno Vertical					55	12
i) Interno Horizontal					22	6
i) Total	4200		9	13	0	0
i) Derecha x2	5100		18	19		
i) Izquierda x2	5500					
i) Derecha x3	4680		16	20		
i) Superior x2	5000				22	3
i) Cuadrados Simétricos	4600				17	6
i) 2x3 Inferior Izquierda	5600				33	9
i) Esquinas superior y lado inferior	5400					
i) Celular en diagonal	4600					
i) Contra mi cuerpo	0					

Cuadro 9: Opamps propuestos.

También se comprobaron unos valores del panel de 10W policristalino en cual, mientras estaba neviscando se capto 100mV y 12mA, mientras había sol con nubes 400mV y 110mA, y mientras estaba totalmente nublado 200mV y 70mA.

Con todos estos datos podemos concluir que los paneles policristalinos no son deseables para nuestro proyecto y que se necesitara un panel solar monocristalino para este.

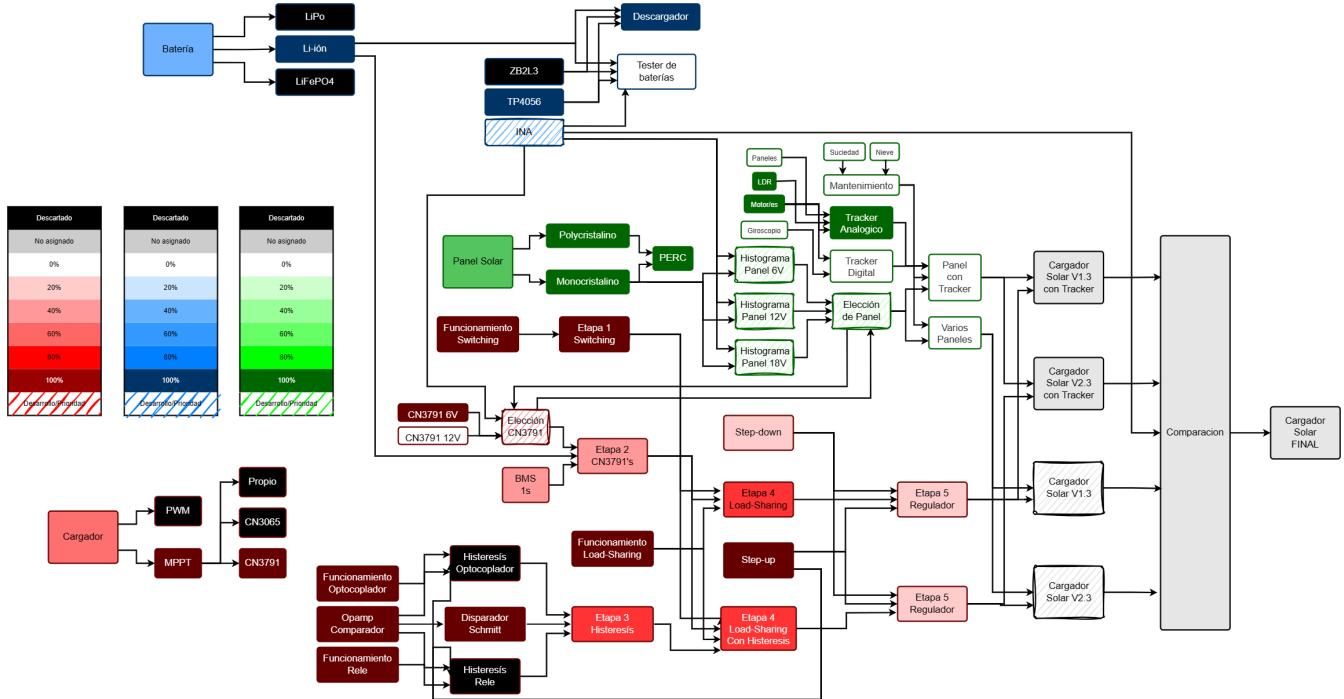


Figura 4: Diagrama de bloques sobre el avance de la PPS - Semana 17-2024.

1.13. 14/5/2024

Tras la semana de finales se volvió al laboratorio. Se realizo un calculo del panel necesario para el proyecto utilizando como base un [foro⁸](#) en el cual se pregunta que potencia de panel necesita para alimentar un dispositivo durante las 24hs del día, los 365 días del año. Siendo este el seguimiento para encontrarlo:

Tenemos una estación base la cual va a ser suministrada mediante 3.3V y necesita 425mA en promedio, redondeando por encima, dejamos el consumo a 4V y 450mA. Por ello su potencia será;

$$W = VxI = 4V \times 450mA = 1,8W$$

Esto al multiplicarlo por un día nos daría:

$$1,8W \times 24hs = 43,2W \times dia$$

En un buen caso, durante 8hs tendremos luz solar, por lo cual, durante esas horas el panel solar deberá de alimentar a la estación base y a las baterías. Por lo cual:

$$43,2W \times \frac{1}{3} = 14,3W$$

Esto sería lo necesario que el panel debe alimentar a la estación base durante el día.

$$43,2W \times \frac{2}{3} = 28,8W \sim 30W$$

Esto sería lo necesario que las baterías deben de alimentar a la estación base.

Para evitar el desgaste de la batería , evitando que no baje su capacidad por debajo del 50 %, duplicaremos este valor a 60W. Por lo cual, esta potencia que debe de obtener las baterías para ser cargadas, se tendrán que obtener mediante el panel solar en esas 8hs de luz.

$$\frac{30W}{8} = 3,75W \quad \frac{60W}{8} = 7,50W$$

⁸<https://www.quora.com/What-type-of-solar-panel-and-battery-do-I-need-to-power-a-50W-device-24>

Esto, al sumarle la potencia por hora que consumirá la estación base tendremos la potencia del panel que necesitaremos como mínimo para mantener a la estación base y la carga de las baterías en un caso optimista de 8hs de luz solar durante los 365 días del año.

$$3,75W + 1,8W = 5,55W \quad 7,50W + 1,8W = 9,30W \sim 10W$$

Por lo cuál se recomienda el uso de un panel de 10W, para un buen caso como antes se ha dicho. Pero en el foro se recomienda, aún así, duplicar el valor del panel y el de las baterías.

$$\frac{60W}{16} = 3,75W \text{ por hora}$$

$$\frac{3,75W}{3,3V} \sim 1140mA \text{ por hora}$$

$$\frac{60W}{3,3V} \sim 18,2A \text{ en las 16 horas}$$

Terminando así con un panel de mínimo 20W y una capacidad de 7.50W. Además de una capacidad de batería de 18.2A. Pero volviendo a los requisitos que se nos pedían, necesitamos 48hs de autonomía, por lo cual,

$$1140mA \times 48hs = 54720mAh$$

Esto dandonos una capacidad de 55000mAh, siendo bastante. Volviendo a los cálculos normales, suponiendo un consumo promedio de la estación base de 450mA,

$$450mA \times 48hs = 21600mAh \quad 21600mA \times 2 = 43200mAh$$

Necesitaríamos 21600mAh para suministrar la estación base durante 48hs, pero para evitar una caída del 50 % necesitaríamos una capacidad de 43200mA.

Además, se realizo la extracción de la resistencia R1 del CN3791, quedo probar los nuevos valores para esa resistencia. Esta resistencia la cambiamos para probar distintos tipos de paneles, ya que nuestro CN3791, esta diseñado para paneles de 6V. Y gracias a este cambio se deberían de poder usar paneles con mayor voltaje. Esta prueba nos servirá para comprobar si, por este cambio, al utilizar un panel con mayor voltaje, se podrá extraer mayor corriente gracias al MPPT del CN3791. Queda realizar un selector de batería en la cual hay que generar una resistividad de 12.771Ω para un panel de 18V y una resistividad de 44.2kΩ para un panel de 6V. Queda aclarar que la resistencia que sacamos era de 57kΩ.

Lo que tenemos pensado para esto, es que cuando probamos el CN3791 pudimos ver que cuando le suministrabas más de 5.29V a la entrada, esta quedaba fija. Con esa tensión fija y una corriente de 500mA nos daban los siguientes datos:

$$5,29V \times 500mA = 2,656W \text{ a la entrada.}$$

$$4,2V \times 620mA = 2,635W \text{ a la salida.}$$

$$3,74V \times 620mA = 2,320W \text{ a la salida.}$$

Siendo estos, valores similares en potencia.

Suponiendo que la potencia se mantiene mas o menos estable, al cambiar la resistencia, suponemos que la entrada ya no quedara fija y podrá subir a 18V. Con ello la potencia de entrada debería de subir,

$$18V \times 500mA = 9W \text{ a la entrada.}$$

Por lo cual, si a la salida el voltaje queda fijo, ya que entre 3 y 4.2V se carga la batería, y la potencia queda estable en relación entrada-salida (suponiendo que no se disipe nada), la corriente debería de ser la siguiente:

$$\frac{9W}{3,74V} = 2,40A \quad \frac{9W}{4,2V} = 2,17A \text{ a la salida.}$$

Por lo cual, utilizando el panel solar de 10W, deberíamos de obtener al rededor de 2A con esta modificación. También sospechamos que realmente no suceda esto y se disipe en calor la potencia, pero es algo que queda en comprobar.

A su vez, se debatió del diseño del cargador. Se llegó al acuerdo que la etapa de histeresis este casi descartada, ya que su uso sirve más para paneles de 6V. Queda comprobar mediante un histograma de un panel de ya sea, 12V, 18V o 22V, si la implementación de histeresis nos pueda servir, más que nada durante el amanecer y anochecer. También queda en duda donde se va a colocar el step-down que reducirá el voltaje del panel a 3.3V, con ello si se utilizara un step-up, quedando con 3 posibles implementaciones para lo que sería la etapa de regulador de voltaje. A su vez, queda diseñar un circuito para esta implementación, la cual funcione como un selector de camino para redirigir el voltaje del panel solar al step-down, cuando se superen los 5V.

Suponiendo que tenemos una corriente de 42A al multiplicarla por 4.2V, nos dará la potencia que debe de consumir de la batería durante 48hs, siendo esto 183.6W. Esto se busca que en peor de los casos se cargue en 8hs, al dividir este resultado por 8 nos da 22.95W. Este resultado sería el que nos debe de dar el panel por hora para cargar esa capacidad. Además que quedan sumar los 1.8W que consume la estación base por hora, por lo que redondeando, nos daría 25W.

Suponiendo una corriente de 43.2A, que es la corriente que debe suministrarle las baterías durante 48hs, esta debe de cargarse durante 8hs. Por lo cual, al dividirlo por 8 nos da 5.4A que es la corriente que nos debería de dar el panel para cargar las baterías. Pero, al usar el CN3791 ya no sería necesario que nos lo de el panel, si no la salida del CN3791. El problema que tenemos acá, es que el CN3791 no puede recibir más de 4A según sus características, por lo cual se deberá de buscar alguna alternativa a esto o reducir la capacidad. Además que todavía no sabemos cuanta corriente soportan las baterías de litio 18650, que podría ser otro imprevisto en nuestro diseño.

1.14. 21/5/2024

Se consigue el step-down, queda realizarle pruebas. Se procedió a cambiarle la resistencia al CN3791, al principio falló pero como se verá al día siguiente funciona, también queda en realizarle pruebas. Se consiguieron varias baterías de litio-ión, con esto se podrá comprobar si cambia el comportamiento del CN3791, queda realizarle pruebas. Se compró un panel solar monocristalino de 60W, todavía queda esperar a que llegue.

1.15. 22/5/2024

Se pudo cambiar las resistencias del CN3791 con éxito, queda comprobar los resultados. Se terminó el primer diseño del cargador.

1.16. 24/5/2024

Se realizaron pruebas sobre el CN3791 modificándole la resistencia para configurarlo para diferentes tipos de paneles siendo estos de 6, 12 y 18V. Además de realizaron pruebas con el step-down. Se confirmó que estando en paralelo el CN3791, cargando, con el step-down no había

problemas al reduciré los voltajes de tensión. Eso sí, solo se probó esto utilizando el step-down sin una carga que genere un consumo, por lo cual, esta prueba está incompleta.

1.16.1. Pruebas con el CN3791

Conf. en la Fuente			Vistos en la Fuente			Salida (Batería)			Observaciones
V	A	W	V	A	W	V	A	W	
6.1	0.5	3.5	5.7	0.497	2.83	3.61	0.7 140.8 %	2.53 89.4 %	Con 1 o 2 baterías dieron el mismo resultado.
6.1	1	6.1	5.836	0.996	5.81	3.74	1.32 132.5 %	4.94 85 %	1 batería.
6.1	1	6.1	5.866	0.996	5.84	3.65	1.32 132.5 %	4.95 84.7 %	2 baterías. Cabe destacar, que si aumenta el voltaje, no se producen cambios.
6.1	1.17	7.14	5.866	1.17	6.86	3.65	1.537 131.4 %	5.61 81.8 %	2 baterías. Se observó que al subir la corriente despacio, esta se mantiene y no se setea la fuente quedando en 0.653A. Al bajar la tensión se observó que si se reduce hasta 1.17A, esta se deja de autosetar dando como resultado 1.537A. A partir de este valor se puede aumentar la corriente de forma lenta. Se observó que por lo general, cuando se sube de 1.3A, la fuente suele autosestarse a 650mA.
6.1	2	12.2	6.08	0.651	3.96	3.63	0.934 143.5 %	3.39 85.6 %	Con 1 o 2 baterías dieron el mismo resultado. Cabe destacar que al principio probando con una sola, en la fuente salían 1.77A y se registraron 2.8A en la salida, pero fue durante un breve lapso de tiempo.
6.1	3	18.3	6.081	0.653	3.97	3.65	0.922 141.2 %	3.37 84.9 %	Con 2 baterías.

Cuadro 10: Datos tomados durante la experimentación con el CN3791 configurado para un panel de 6V ($R = 50k$).

Conf. en la Fuente			Vistos en la Fuente			Salida (Batería)			
V	A	W	V	A	W	V	A	W	Observaciones
11.8	-	-	11.8	0.004	0.05	-	-	-	A partir de esta tensión el CN3791 comienza a funcionar.
14.5	1	14.5	13.75	0.948	12.8	3.61	2.524 266.2 %	9.21 71.9 %	Con 1 batería. Este es el valor máximo de tensión en el cual la corriente de la fuente no baja de forma abrupta.
17	1	17	17	0.8	13.6	3.61	2.55 318.7 %	9.21 67.7 %	Con 1 batería.
21	1	21	21	0.479	10.06	3.61	1.750 365.3 %	6.31 62.7 %	Con 1 batería.
25	0.42	25	25	0.42	10.5	3.60	1.7 404.7 %	6.14 58.5 %	Con 2 baterías. Esta es la corriente mínima en la cual la corriente se autosetea
25	1	25	25	0.52	10.5	3.60	1.672 321.5 %	6.019 57.3 %	Con 2 baterías. En condiciones máximas de la fuente, se reduce bastante la corriente que provee.
25	1	25	13.12	0.63	8.27	3.60	1.655 262.7 %	5.96 72 %	Con 2 baterías. Subiendo la corriente de forma lenta, se pudo llegar a estos valores.
13.6	0.84	11.42	13.6	0.68	9.25	3.60	1.785 262.5 %	6.43 69.5 %	Con 2 baterías. Este es la corriente máxima en el cual el voltaje no se autosetea.
13.6	1	13.6	12.76	0.48	6.12	3.60	1.259 262.3 %	4.53 74 %	Con 2 baterías. Este es la corriente máxima en el cual el voltaje no se autosetea. Límite disminución de corriente.

Cuadro 11: Datos tomados durante la experimentación con el CN3791 configurado para un panel de 12V ($R = 20.7\text{k}$).

Conf. en la Fuente			Vistos en la Fuente			Salida (Batería)			
V	A	W	V	A	W	V	A	W	Observaciones
18	-	-	-	0.004	-	-	-	-	A partir de esta tensión el CN3791 comienza a funcionar.
18.85	0.5	9.43	18.85	0.463	8.73	3.76	1.67 360.7 %	6.28 72 %	Usando 2 baterías. A este voltaje se estanca si es menor a 463mA
25	0.5	12.5	19.2	0.460	8.8	3.76	1.67 363 %	6.28 71.4 %	Usando 2 baterías. A este voltaje se estanca si la corriente es menor a 463mA
25.2	1	25.2	25	0.482	12.1	3.76	2.05 425.3 %	7.7 63.6 %	Usando 2 baterías. Sucede lo mismo utilizando 1 batería, dando como salida 2.005A

Cuadro 12: Datos tomados durante la experimentación con el CN3791 configurado para un panel de 18V ($R = 12.9k$).

1.16.2. Step-Down

Se comprobó que el step-down configurado a 3.39V, reduce la tensión a partir de 3.95V, resultando en 3.32V y consume 5mA, esto sin tener consumo a la salida.

Utilizando el descargador de batería que contiene una resistencia de 5Ω , esto produciendo una corriente de 660mA en caso de tener una tensión de 3.3V, en la realidad de detecto un consumo de 580mA. Para ello se configuro la fuente con 18V y 500mA y se observo que se consumian de esta 150mA y en la salida del step-down unos 650mA.

Utilizando la tensión mínima la cual el step-down nos daba la tensión requerida en caso de no tener carga (3.95V y 500mA), al agregarle una, se pudo observar que a la salida del step-down nos daba 1.52V y 490mA. Siendo esto insuficiente para nustros requerimientos, por lo cual se siguieron realizando experimentos.

Al configurar la fuente a 8V y 600mA, esta se seteo en 4V y 600mA, y nos daba a la salida 3V y 586mA (creo que aca gire el tornillo del trimmer aumentando el voltaje del step-down, en las dos siguientes pruebas estoy seguro que el trimpod daba 3.36V).

Al configurar la fuente a 4.1V, esta se seteo a 4V y 600mA (2.4W), y la salida se observo 3V y 580mA (1.74W).

Al configurar la fuente a 7.46V y 400mA (2.98W), a la salida se observo 3V y 580mA (1.74W).

Estos resultados, sumados al histograma que hay que realizar, nos puede ayudar en la etapa de Caminos del cargador de baterías para elegir adecuadamente un voltaje para realizar el cambio entre el camino del Load-Sharing y el camino del Step-Down. Nos queda ver cuando corriente produce el panel cuando suministra 4V.

1.17. 27/5/2024

Llego el nuevo panel solar, de 60W, 4A y 15V. Se probó el step-down y el CN3791, los dos funcionando al mismo tiempo. Se comprobó que no hay conflicto entre ambos.

1.18. 28/5/2024

Se probaron varios subcircuitos por separados como el load-sharing. Se probó el panel solar a las 17:30hs mientras el día estaba nublado y lloviznando, se detecto una baja corriente, y un voltaje

mínimo de 5V. Se comenzó el diseño del PCB.

1.19. 29/5/2024

Comenzó la implementación del circuito del cargador en placa perforada (V2.4). Además se probó el panel solar a las 11hs en un día soleado pero muy ventoso. Se registró el voltaje máximo y corriente máxima. Se vio como variaba el voltaje de este, boca abajo se detectó 5V. Se le conectó el descargador de baterías, registrando 3.2A. También se comprobó que si el panel es tapado completamente por alguna de sus filas, este deja de funcionar completamente, siendo bastante sensible a esto, por lo cuál hay que estudiar en qué posición conviene colocarlo. Además si está en una sombra generada por un edificio, este deja de funcionar, registrando 20mA.

1.20. 30/5/2024

Se siguió la implementación en placa perforada. Además se probó el panel entre las 11 y 12:30hs, en un clima sin viento pero bastante nublado, el cuál se fue despejando a poco pero se mantuvo nublado. Al principio se le colocó el descargador de baterías, registrando 480mA y 1.4V. Después se decidió en colocarle el CN3791 dando los siguientes resultados:

- 1 Batería; Entrada: 13.94V y 780mA; Salida: 3.8V y 2200mA.
- 1 Batería; Entrada: 13.42V y 850mA; Salida: 4V y 2100mA.
- 2 Baterías; Entrada: 13.42V y 850mA; Salida: 4V y 2350mA.
- 2 Baterías; Entrada: 13.42V y 850mA; Salida: 3.89V y 2250mA.

Además se llegó a registrar 2590mA en la salida, el cuál se cree que es el máximo de corriente debido a las limitaciones del CN3791.

1.21. 31/5/2024

Comenzó la implementación del cargador de baterías en placa perforada.

1.22. 3/6/2024

Se siguió implementando el cargador de baterías en placa perforada con malos resultados. Por lo cuál se decidió rearmarlo en protoboard y se concluyó que el diseño tenía un error fatal. Además se está diseñando el circuito de carga virtual, el cuál nos servirá para simular el consumo de la estación base, además de estimar la capacidad de las baterías.

1.23. 4/6/2024

Se modificó el diseño del cargador de baterías (V2.5) y se implementó en protoboard de forma exitosa. Se concluyó en utilizar este nuevo diseño y hacerlo en PCB.

1.24. 5/6/2024

Comenzó el diseño del modelo en PCB.

1.25. 7/6/2024

Terminó el diseño en PCB.

1.26. 8/6/2024

Se implemento el diseño en PCB y no se completo por un fallo en el diseño y falta de tiempo. Termino la implementación del circuito en placa perforada. Llegaron dos nuevos CN3791 de 12V, al igual que el anterior CN3791 el cual fue modificado para 12V, se calienta mucho cuando llega a ese voltaje. Se pensó en implementar un fan cooler (ventilador) de 40x40mm para enfriarlo. Su disposición sería a la salida de $V_{Switching}$, por lo cual, a partir de 6V comenzaría a andar y en un funcionamiento máximo a partir de los 12V.

1.27. 10/6/2024

Tras el cambio de diseño, se completo la fabricación del PCB, queda soldar los componentes los cuales ya estan situados. Actualización del diagrama de bloques de la PPS:

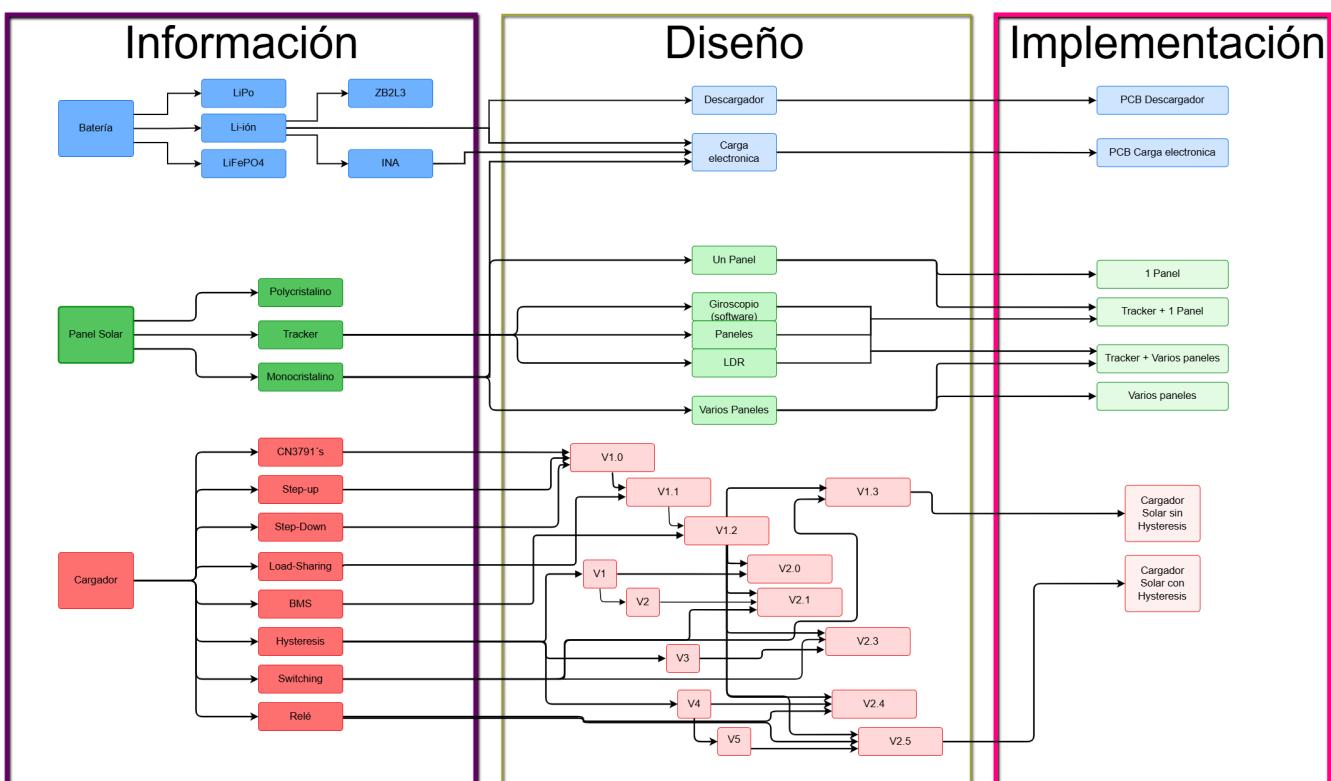


Figura 5: Diagrama de bloques de la PPS.

Actualización del diagrama de bloques sobre el avance de la PPS:

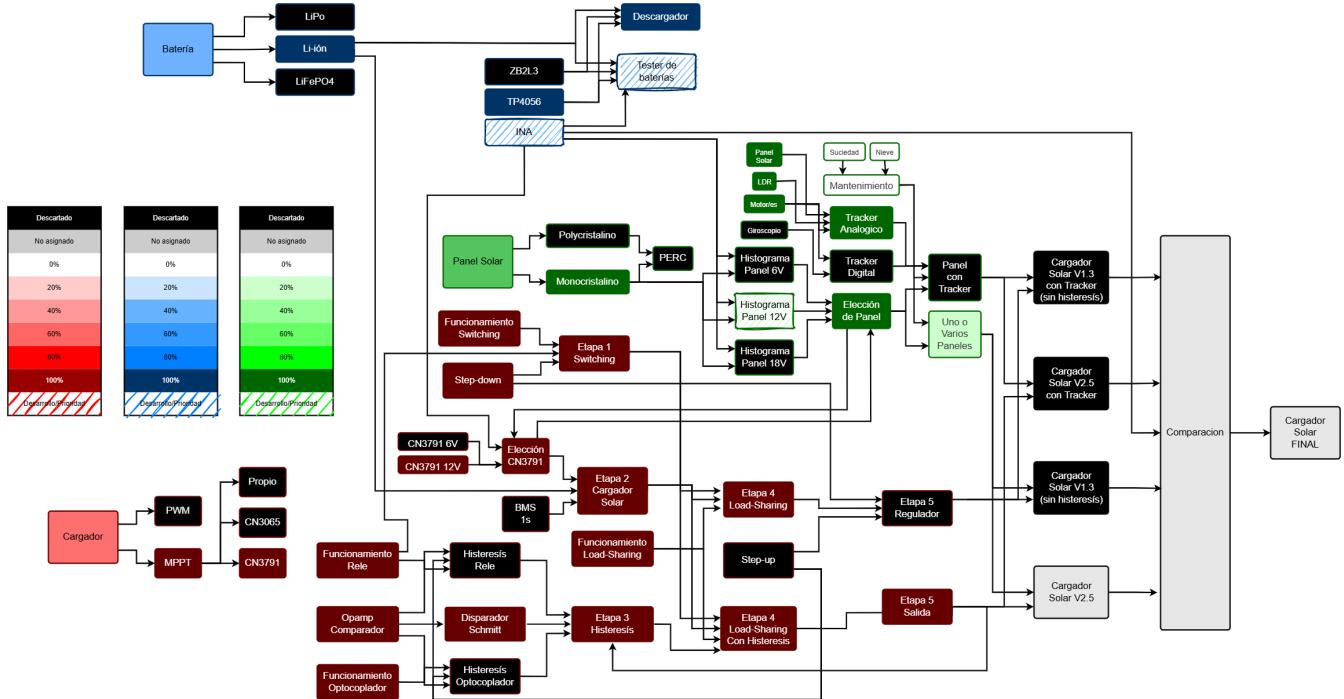


Figura 6: Diagrama de bloques sobre el avance de la PPS - Semana 24-2024.

1.28. Semana 10/6/2024 y Semana 27/6/2024

En estas dos semanas se soldaron los componentes. Además se cambio la resistencia R050 (R_{cs}) del CN3791 por una de R040, esto para que funcione con más corriente.

1.29. 24/6/2024

Debido a que las pistas del PCB quedaron descentradas, se decidió en realizar un nuevo PCB con algunas modificaciones. Además se descubrió que se rompió uno de los nuevos CN3791, quedando cortocircuitadas la entrada con la salida.

1.30. 25/6/2024

Se realizaron las modificaciones en el diseño del PCB, las cuales fueron agrandar las pistas y los pads de los componentes.

1.31. 26/6/2024

Se cortó una placa de cobre de doble faz de 150x150mm en una de 150x105mm utilizando la CNC, además de realizarle agujeros en las 4 esquinas espaciados por 100mm. Con estos agujeros ya se sabe donde empezar el programa que realizara el PCB, además que nos ayudará a que no haya errores cuando demos vuelta la placa para realizar la otra cara.

1.32. 27/6/2024

Se puso en marcha el programa y se realizó el PCB. Además se estanó gran parte de los componentes.

1.33. 28/6/2024

Se termino de estañar el componente que faltaba y se probó el circuito terminado, dando resultados positivos debido a que funciona como se esperaba. Primeramente se probó con una batería de litio y una fuente de tensión, funcionando todo lo diseñado. Después se decidió de probar el circuito con el CN3791 y el panel solar, dando resultados positivos. Quedando simplemente aislar el circuito, agregarle un ventilador para que enfrié al CN3791 y embellecerlo debido a que se le colocaron componentes adicionales para probarlo de forma más rápida.

Además se realizaron pruebas sobre la histeresis. Cabe recordar que se están utilizando dos trimmer (de $100\text{k}\Omega$ c/u) para modificar dichos valores, llamaremos R_{11} para el trimmer que modifica $V_{\text{Ref-Hyst}}$ (el valor que cambia de $V_{\text{Switching}}$ a V_{Bat}) y R_4 para el trimmer que modifica la histeresis (el valor que se le añade a $V_{\text{Ref-Hyst}}$ (se mostrará ya la suma de los valores) para que cambie de V_{Bat} a $V_{\text{Switching}}$).

Trimmer R_{11} :

- **Mínimo:** 0.56V (3.90V). Por el valor de R_4 en esta prueba, cambiaba a $V_{\text{Switching}}$ en 5.50V.
- **Máximo:** 0.73V (5V). Por el valor de R_4 en esta prueba, cambiaba a $V_{\text{Switching}}$ en 6.40V.

Trimmer R_4 (se está usando R_{11} en máximo):

- **Mínimo:** 0.592V. 4.20V para V_{Bat} y 8.10V para $V_{\text{Switching}}$. Dando una histeresis de 3.90V.
- **Máximo:** 0.690V. 5.00V para V_{Bat} y 6.10V para $V_{\text{Switching}}$. Dando una histeresis de 1.10V.

También se realizaron otras pruebas:

CN3791:

- Comienza a funcionar a 10.80V.
- Esta en su máximo en 11.82V.
- Durante la prueba del cargador con el panel se detectó mediante una pinza amperométrica que el panel estaba produciendo 918mA y el CN3791 le estaba suministrando 3515mA.

Etapa 1:

- V_{Panel} : Consumo 0A y $V_{\text{Panel-Comp}} = 2.44\text{V}$ a 18V. $V_{\text{Panel-Comp}} = 1.628\text{V}$ a 12V
- V_{Wall} : Consumo 87mA a 18V y $V_{\text{Panel-Comp}} = 2.43\text{V}$. Consumo 64mA a 12V y $V_{\text{Panel-Comp}} = 1.619\text{V}$.

$$V_{\text{Ref}} = 1.37\text{V}.$$

Además, se comenzó a diseñar un circuito anexo debido a un problema con el cargador. Este problema resultó ser el calentamiento del CN3791 al cargar las baterías, problema que no existía al utilizar un CN3791 de 6V pero si con el de 12V. Para solucionar este problema se decidió en utilizar un ventilador de 12V.

Se realizaron pruebas exitosas en protoboard. Su funcionamiento y explicación se verán en el documento principal de Cargador de Baterías.