



## **Actualización 1 – EM Electrónica**

### **Especificaciones de la fuente de poder**

Diseño e implementación de sistemas mecatrónicos MR3002B

Grupo 501

Carlos Daniel López Montero - A01024473

10 de Mayo 2023

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey

## Diseño de la fuente de poder

### Establecimiento de objetivo

A lo largo de esta entrada al *Engineering Manual* en la sección de electrónica se establece proveer información sobre la batería actual y la propuesta para validar la sección de alimentación del proyecto.

Esta entrada se considera un documento de apoyo para que Multitaskr pueda validar o proveer comentarios sobre el plan de acción actual para alimentar el sistema.

### Especificaciones de la fuente mostrada

Antes de mostrar las especificaciones técnicas de la batería actual, se procede a actualizar los consumos de los componentes con sus voltajes correspondientes y normalizados antes y después de las fases de regulación de voltaje usando esta batería.

Componente	Cantidad	Voltaje en Volts	Corriente en Amperios	Watts
Motores (Voltaje Controlador)	2	24	4	96
Microcontrolador	1	5	0.370	1.85
Interfaz de control	1	5	0.360	1.8
Consumo total				99.65
Consumo con margen del 50%				149.47

Tabla 1. Cálculo de consumos en voltaje de los componentes.

Como se menciona en la presentación, el sistema actual prevé una regulación de voltaje a 24V para poder operar el motor, así como una fase de regulación a 5V para la alimentación de los circuitos lógicos. A continuación, se muestran los consumos normalizados después de la fase de regulación de voltaje.

Cabe recalcar que las fases de regulación de voltaje se llevarán en paralelo, es decir, los reguladores tendrán conexión directa desde la batería como se muestra en el siguiente diagrama.

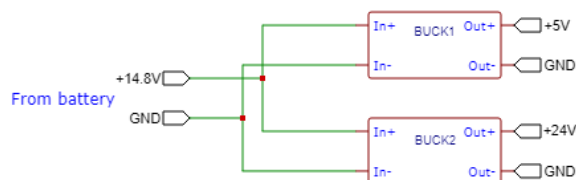


Diagrama 1. Circuito preliminar de regulación de voltaje.

El primer circuito es del tipo Step-Down para para proveer 5V al sistema y el segundo es un Buck-Boost para mantener la salida de la batería en 24V y usarse en los controladores de motor. Se asume una eficiencia del 85% en ambos casos y la siguiente fórmula para calcular las pérdidas.

$$Watts (W) * 0.15 = pérdida (W)$$

Adicionalmente, se ajustan los consumos de corriente de los demás componentes a 24V y se agregan las pérdidas a estos; se utiliza la siguiente fórmula.

$$\frac{Watts (W)}{Voltaje (V)} = Corriente (A)$$

Componente	Cantidad	Voltaje en Volts	Corriente en Amperios	Watts
Motores (Voltaje Controlador)	2	24 (14.8V step-up)	7.45	110.4
Microcontrolador	1	5 (14.8V step-down)	0.14	2.12
Interfaz de control	1	5 (14.8V step-down)	0.13	2.07
Consumo total (W)				114.59
Consumo con margen del 50% (W)				171.88

Tabla 2. Consumos con pérdidas en el sistema.

Comparando las tablas de consumo de este documento contra las mostradas en el documento *Engineering Manual – Electrónica: Selección de Fuente de Poder*, se puede apreciar un aumento notable de consumo en el sistema. Este aumento de consumo se debe a que el voltaje de operación nominal de la batería se redujo de 22.2V a 14.8V, lo cuál reduce la eficiencia general del sistema.

Como se comentó el día de ayer (10/05/23) en la presentación de avances, actualmente se cuenta con una batería basada en celdas 18650 con una configuración 4S5P. A continuación, se muestran las especificaciones con los consumos calculados en este documento

El tiempo de descarga se obtiene de la siguiente ecuación.

$$\frac{\text{Capacidad (Ah)} * \text{Voltaje (V)} * 0.9}{\text{Watts (W)}} = \text{Tiempo descarga (Hrs)}$$

Configuración	# Baterías	Voltaje (V)	Corriente (A) Nominal/Pico	Capacidad (Ah)	Descarga @ 114.59W (Hrs)	Descarga @ 171.88W (Hrs)	Peso (Kg)
4S5P	20	14.8	11/22	11	1.27	0.85	1.1

Tabla 3. Especificaciones técnicas del batería actual.

Una vez conocida la capacidad actual de la batería, se muestran las opciones propuestas en el documento *Engineering Manual – Electrónica: Diseño de la fuente de poder con los consumos actualizados*

Configuración	# Baterías	Voltaje (V)	Corriente (A)	Capacidad (Ah)	Precio (MXN)	Peso (Kg)
6S9P	54	22.2	19.8/39.6	19.80	1642.68	2.97
6S10P	60	22.2	22/44	22	1825.2	3.3
6S5P	30	22.2	11/22	11	912.6	1.65
5S9P	45	18.5	19.80	19.80	1368.9	2.47
5S10P	50	18.5	22/44	22	1521	2.75
5S5P	25	18.5	11/22	11	760.5	1.37

. Tabla 4. Especificaciones técnicas de las baterías propuestas.

Recordando lo mencionado sobre la relación de consumo-voltaje nominal de la batería, y tomando en cuenta el proceso de manufactura de la batería junto a los materiales necesarios, se llegó a la conclusión de que la mejor opción en caso de necesitar una batería a medida sería utilizar alguna de las configuraciones propuestas del tipo 5S. Esta decisión se tomo debido a que tanto los BMS y materiales necesarios son más sencillos de conseguir (especialmente los tubos termorretráctiles para envolver la batería), una mejora en el consumo eléctrico y un mejor aprovechamiento de las baterías empleadas (en lugar de emplear baterías adicionales para elevar el voltaje, las baterías adicionales serían utilizadas para agregar capacidad a la batería propuesta).

A continuación, se muestran las tablas de consumo y especificaciones técnicas de las baterías en configuración 5S.

Componente	Cantidad	Voltaje en Volts	Corriente en Amperios	Watts
Motores (Voltaje Controlador)	2	24 (18.5V step-up)	5.96	110.4
Microcontrolador	1	5 (18.5V step-down)	0.11	2.12
Interfaz de control	1	5 (18.5V step-down)	0.11	2.07
Consumo total (W)				114.59
Consumo con margen del 50% (W)				171.88

Tabla 5. Consumos con pérdidas en el sistema para las baterías en configuración 5S.

Configuración	# Baterías	Voltaje (V)	Corriente (A) Nominal/Pico	Capacidad (Ah)	Descarga @ 114.59W (Hrs)	Descarga @ 171.88W (Hrs)	Precio (MXN)	Peso (Kg)
5S10P	50	18.5	22/44	22	3.19	2.13	1521	2.75
5S9P	45	18.5	19.80	19.80	2.87	1.91	1368.9	2.47
5S5P	25	18.5	11/22	11	1.59	1.06	760.5	1.37

Tabla 6. Especificaciones técnicas de las baterías propuestas con tiempo estimado de descarga.

Cabe recalcar que, aunque pueda parecer buena idea incrementar el numero de celdas en paralelo para proveer al sistema con más horas de funcionamiento, incrementar la capacidad de las baterías involucraría un aumento en el peso y dimensiones de esta. Esto se traduce directamente en una reducción de la movilidad y transportabilidad del sistema propuesto, por lo que se recomienda emplear la configuración de 5S5P o incluso una configuración intermedia

(se muestran a continuación) que permita no solo tener una pila, si no tener varias para que el sistema pueda seguir funcionando sin tener que esperar a que la batería usada en el momento se vuelva a cargar.








Configuración	# Baterías	Voltaje (V)	Corriente (A) Nominal/Pico	Capacidad (Ah)	Descarga @ 114.59W (Hrs)	Descarga @ 171.88W (Hrs)	Precio (MXN)	Peso (Kg)
5S8P	40	18.5	17.60/35.2	17.60	2.55	1.70	1216.8	2.2
5S7P	35	18.5	15.4/30.8	15.4	2.23	1.49	1064.7	1.92
5S6P	30	18.5	13.2/26.4	13.2	1.91	1.27	985.5	1.65

Tabla 7. Especificaciones técnicas de las baterías intermedias entre 5S5P y 5S9P.

A continuación, se muestra el BOM para las baterías con configuración 5S. Para obtener el precio de las demás configuraciones basta con tomar el precio mostrado en las tablas 6 y 7. En caso de requerir otra configuración se puede hacer referencia a la siguiente tabla de costos.

Número de pilas	Precio Unitario en MXN
1 - 9	40
10 - 24	35.70
25 - 34	32.85
35 +	30.42

Tabla 8. Precios de las baterías 1865 con el proveedor Unit Electronics.

Batería 5S5P					
Descripción	Cantidad	Imagen	Comentarios	Precio	Link
Conector XT60	1		Necesario para la conexión de descarga del BMS	60 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/conector-xt90-par-hembra-macho/">https://uelectronics.com/producto/conector-xt90-par-hembra-macho/</a>
Conector XT30	1		Necesario para la conexión de descarga del BMS	15 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/conector-xt30-par-macho-hembra/">https://uelectronics.com/producto/conector-xt30-par-macho-hembra/</a>
Conector de batería tipo T	1		Necesario para poder conectar el cable de carga al iMAX B6AC V2 (cargador)	14 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/conector-de-bateria-tipo-t/">https://uelectronics.com/producto/conector-de-bateria-tipo-t/</a>
Cable balanceador 5S	1		Necesario para poder balancear la batería al momento de conectar al cargador	11 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/conector-res-xh2-54mm-con-cable-26-awg/">https://uelectronics.com/producto/conector-res-xh2-54mm-con-cable-26-awg/</a>
Cable Carga/Descarga 12AWG Rojo	1		Necesario para realizar conexiones batería/conector.	43 MXN por metro	<a href="https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-rojo-1-metro/">https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-rojo-1-metro/</a>
Cable Carga/Descarga 12AWG Negro	1		Necesario para realizar conexiones batería/conector.	43 MXN por metro	<a href="https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-negro-1-metro/">https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-negro-1-metro/</a>
Cable Balanceador 20 AWG (Interno)	2		Necesario para la conexión de las celdas en paralelo al BMS.	7 MXN por metro	<a href="https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-rojo-1-metro/">https://uelectronics.com/producto/cables-de-silicona-flexibles-color-rojo-1-metro/</a>

Tira de níquel A	2		Necesario para interconectar las baterías.	21 MXN por metro	<a href="https://uelectronics.com/producto/tira-doble-acero-niquelado-1-metro/">https://uelectronics.com/producto/tira-doble-acero-niquelado-1-metro/</a>
Tira de níquel B	1		Necesario para conectar las terminales +/- de la batería al BMS.	15 MXN por metro	<a href="https://uelectronics.com/producto/tira-de-niquel-puro-de-1-metro-0-15x8mm/">https://uelectronics.com/producto/tira-de-niquel-puro-de-1-metro-0-15x8mm/</a>
Tubo termorretráctil de PVC 180mm	1		Necesario para envolver las baterías con configuración 5S	91 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/tubo-termorretracil-1-metro-de-pvc-diferentes-tamanos/">https://uelectronics.com/producto/tubo-termorretracil-1-metro-de-pvc-diferentes-tamanos/</a>
Espaciador de baterías	1		Necesario para proveer estructura a la batería.	192 MXN por 40 piezas	<a href="https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-650656439-lote-40-espaciador-separador-soporte-bateria-18650-JM#is_advertising=true&amp;position=1&amp;search_layout=grid&amp;type=pad&amp;tracking_id=f6021de8-8490-4d5f-9e44-6fb710d863c9&amp;is_advertising=true&amp;ad_domain=VQCATCORE_LST&amp;ad_position=1&amp;ad_click_id=NTZJNTViOTktNjA2OC00YVWmLTg0OGYtZGE2YmNmMWVNIMDg4">https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-650656439-lote-40-espaciador-separador-soporte-bateria-18650-JM#is_advertising=true&amp;position=1&amp;search_layout=grid&amp;type=pad&amp;tracking_id=f6021de8-8490-4d5f-9e44-6fb710d863c9&amp;is_advertising=true&amp;ad_domain=VQCATCORE_LST&amp;ad_position=1&amp;ad_click_id=NTZJNTViOTktNjA2OC00YVWmLTg0OGYtZGE2YmNmMWVNIMDg4</a>
Junta aislante	1		Necesario para aislar los polos de las baterías	28 MXN por 100 piezas	<a href="https://uelectronics.com/producto/junta-aislante-de-anodo-de-la-bateria-li-ion-100-piezas/">https://uelectronics.com/producto/junta-aislante-de-anodo-de-la-bateria-li-ion-100-piezas/</a>
BMS 100A 5S	1		Necesario para proveer protección en contra de cortocircuitos, sobrecarga, sobredescarga y balanceo de las baterías	118 MXN	<a href="https://uelectronics.com/producto/bms-100a-3s-4s-5s-cargador-de-baterias/">https://uelectronics.com/producto/bms-100a-3s-4s-5s-cargador-de-baterias/</a>
Batería 18650 2200 mAh	25		Necesario para poder armar la batería	30.42 MXN por pila	<a href="https://uelectronics.com/producto/bateria-18650-3-7v-2200mah/">https://uelectronics.com/producto/bateria-18650-3-7v-2200mah/</a>
				<b>Costo total</b>	<b>686 MXN</b>

Tabla 8. BOM para realizar el armado de una batería con configuración 5S5P.