

Instituto de Fisiología y Biofísica Bdo. Houssay, CONICET		Por favor complete los campos en amarillo
Nº de ticket 20200102	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	CPA Responsable Dr. Esteban Valverde
Fecha Pedido	2/1/2020	
solicitado por	Juan Belforte	
Laboratorio	GNS	
e-mail contacto	belfortej@yahoo.com	
Servicio solicitado	DESARROLLO	Se refiere al desarrollo de sistemas tecnológicos. Por ej., equipamiento que no existe en el mercado y que produce una mejora en la línea de investigación
Indique la necesidad de realizar este desarrollo		Ver en la descripción del trabajo
Título y descripción del servicio		
Título del servicio solicitado	Dispositivo enfriador para micrótopo	
Descripción del servicio solicitado	Un dispositivo enfriador/congelador de pequeñas muestras biológicas (de hasta 6 cm3) que congele las mismas a -20°C para ser seccionadas en un micrótopo de deslizamiento. El mismo deberá poder utilizarse y adaptarse en las diferentes plataformas provistas por el micrótopo según el fabricante del mismo. La temperatura de congelación debe ser regulable El congelamiento de muestras en una platina de micrótopo, independientemente del sistema del que se trate, requiere que la muestra se congele en pocos minutos, que el cabezal de enfriamiento no sea de grandes dimensiones para poder acoplarse a un micrótopo comercial. Estos sistemas tienen un recorrido vertical de varios centímetros permitiendo colocar platinas de 2 a 5 cm de alto según el modelo. Cabezales de enfriamiento mayores a 4-7 cm reducirán significativamente el recorrido vertical del micrótopo restringiendo el tamaño de la pieza a seccionar. No existe un encastre de platinas universal y cada modelo y marcas de micrótopo utiliza el propio.	
En caso de DESARROLLO / ASISTENCIA		
¿Existe un equipo/sistema similar en el mercado?	si	
En caso afirmativo, indique nombre, marca y modelo	Marca: Physitemp. Producto: Freezing Stages for Microtomes	
En caso afirmativo, ¿Cuál es el valor comercial en dólares del equipo?	USD 4,000.00	
En caso de DIAGNOSTICO		
Indique nombre, marca y modelo del equipamiento a diagnosticar		
¿Cuál es el valor comercial en dólares del equipo?		
¿Cuál es el estado general del mismo?		
¿Existe posibilidad de reemplazarlo por otro similar?		
¿Cuántos equipos mismo/similares a este hay en el laboratorio?		

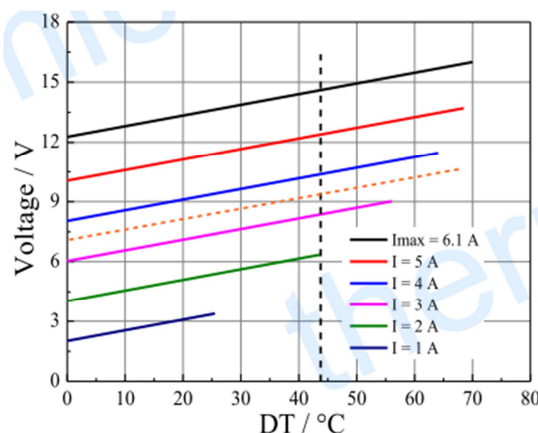
CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

Indique la necesidad de realizar este desarrollo: El presente proyecto busca desarrollar y fabricar un dispositivo capaz de congelar muestras biológicas en la platina de un micrótopo. La realización de cortes de muestras biológicas de pocos micrones de grosor para su posterior procesamiento histológico puede lograrse mediante diferentes sistemas de corte, fundamentalmente crióstatos, vibrátomos y micrótopos. Estos último son los de uso más habitual en los laboratorios de patología. Para lograr la resistencia necesaria para su corte las muestras biológicas deben embeberse en materiales de soporte (tradicionalmente parafina), procedimiento laborioso y que requiere varias horas de trabajo y que en muchos casos altera la capacidad de realizar tinciones sobre las muestras. Una alternativa eficiente y rápida es la congelación de la muestra en la platina de corte del micrótopo. Esta técnica, corte mediante micrótopo de congelación, es sumamente utilizada en la investigación en neurociencia y en otros campos relacionados, así como también es de uso habitual en el procesamiento de muestras intraquirúrgicas (por ejemplo para determinar la malignidad de un tumor durante una cirugía exploratoria). Los sistemas disponibles para congelar muestras en el micrótopo son poco eficientes y requieren consumibles de difícil almacenamiento (hielo seco, tubos de CO₂). Este proyecto busca desarrollar y fabricar un dispositivo capaz de congelar muestras biológicas en pocos minutos directamente sobre la platina de corte de un micrótopo a partir de la utilización de un módulo termoelectrico más comúnmente llamado celda Peltier.

Desarrollo de la orden de servicio

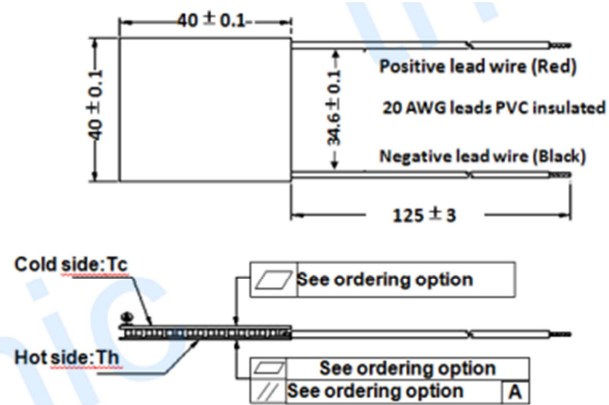
El presente desarrollo pretende reemplazar el sistema de control del “dispositivo enfriador para el micrótopo de histología”, según el PDE 2019 de Juan Belforte, el cual se basa en una celda Peltier, modelo TEC1-12706. Se considera el sistema actualmente en uso como tecnológicamente obsoleto y con riesgo de falla, lo cual dejaría a los investigadores sin un dispositivo de control del sistema de enfriamiento.

En consecuencia, estoy desarrollando un nuevo dispositivo que reemplace al anterior, para controlar la misma celda Peltier. A 27°C la celda Peltier presenta la siguiente curva característica



En donde DT representa la diferencia de temperatura entre los lados caliente y frío de la celda. La celda es la siguiente

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

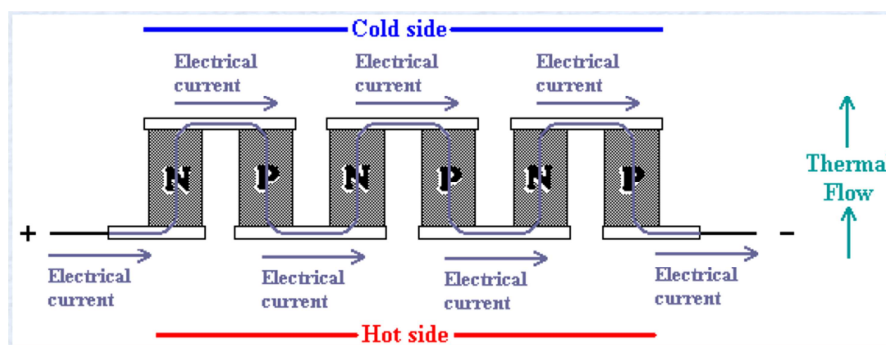


Las características técnicas son las siguientes

Performance Specification Sheet

Th(°C)	27	50	Hot side temperature at environment: dry air, N ₂
DT _{max} (°C)	70	79	Temperature Difference between cold and hot side of the module when cooling capacity is zero at cold side
U _{max} (Voltage)	16.0	17.2	Voltage applied to the module at DT _{max}
I _{max} (amps)	6.1	6.1	DC current through the modules at DT _{max}
Q _{Cmax} (Watts)	61.4	66.7	Cooling capacity at cold side of the module under DT=0 °C
AC resistance(ohms)	2.0	2.2	The module resistance is tested under AC
Tolerance (%)	± 10		For thermal and electricity parameters

El principio de funcionamiento de la celda se basa en semiconductores configurados según la siguiente figura, en la que la circulación de corriente a través de cada juntura de metales diferentes provoca un gradiente de temperatura de manera que un lado emite calor y el otro lo absorbe.



La celda Peltier muestra en su hoja de datos el gradiente térmico que genera, en este caso de hasta 40°C entre el lado caliente y el frío, por lo que es necesario “enfriar” el lado caliente, por medio de un sistema de enfriamiento que puede ser un disipador de calor, o un sistema de circulación de agua fría o con hielo, si se desea tener un lado frío con temperaturas negativas. De esta manera se pueden alcanzar temperaturas del orden de los -25 a -30°C en el lado frío de la celda.

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

Considerando que el sistema actual de enfriamiento consta de un sistema de circulación de agua con hielo, alcanzando un balance térmico de temperatura de aprox. 4 – 10°C, el lado frío del sistema llega hasta los -15 a -30°C aprox. En este caso, según la curva anterior, se precisa una tensión de 12Vdc y una corriente máxima de 4Amp aprox. En consecuencia, el sistema de control debe ser capaz de entregar estos niveles de potencia requeridos.

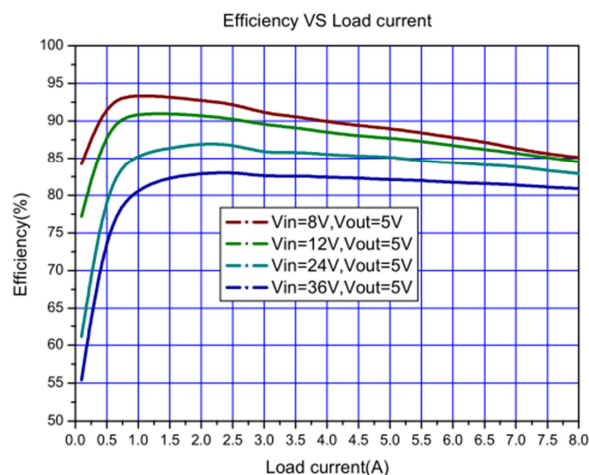
Debe observarse que la corriente y tensión máximas soportadas por la celda son de 6Amp y 16Vdc aprox. Entonces, el sistema de control debe estar limitado en estos valores máximos para protección de la celda.

Se decidió diseñar el sistema de control a partir de tres módulos comerciales y fácilmente reemplazables, considerando las especificaciones técnicas de la celda y de dichos módulos.

Modelo	Descripción	Costo aprox.
XL4016	Regulador de salida de 8 – 40 Vin, 1.25 – 36 Vout, 0 - 8Amp	USD 12.00
WX-DC2416	Fuente de alimentación switching 110 – 220 VAC, salida de 24Vdc, 6Amp	USD 26.00
W1209	Módulo de censado y control de temperatura	USD 4.00
Adicionales	Regulador LM7812, CI, capacitores varios, ventilador 12Vdc, cable 220VAC, llave encendido, fusible 5Amp y portafuse, gabinete tipo fuente PC	USD 10.00
TEC1-12706	Celda Peltier adicional	USD 5.00
		USD 57.00

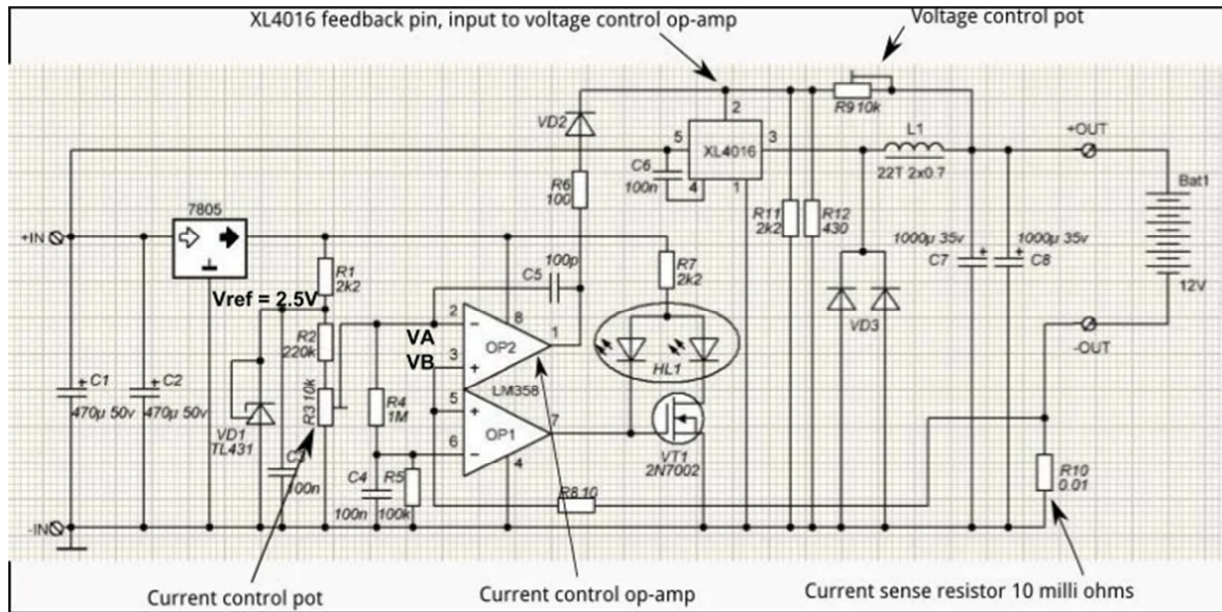
Regulador de salida XL4016

El módulo XL4016 es un convertidor buck DC-DC, a base de un PWM en 180KHz, capaz de entregar hasta 8Amp de salida. La tensión de salida varía entre 1.25 – 36Vdc, para una tensión de alimentación de 8 – 40Vdc. El sistema tiene una eficiencia de alrededor del 90% para las especificaciones requeridas por la celda Peltier.



El circuito esquemático del módulo XL4016 es el siguiente

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020



El circuito se basa en el convertor DC-DC XL4016. Se observa además que hay un control de corriente, a través de un LM358 que compara la corriente medida en R10, respecto de una referencia conformada por el TL431 y resistores varios. Mediante el preset R3, se puede limitar la corriente de salida.

La tensión de salida se regula mediante el preset R9, de manera que la corriente de salida depende de la carga. Cuando la corriente de salida supera el valor fijado por R3, el convertor, mediante el sistema realimentado por el LM358 apaga el regulador 4016, el cual se vuelve a encender casi inmediatamente, cuando la corriente que se censa está por debajo de la que se limitó (porque el regulador está apagado). El efecto es que el tiempo de encendido-apagado del regulador queda fijado por la corriente que se limitó en R3, y la tensión de salida varía según la carga. En consecuencia, el módulo completo funciona a tensión regulada y si se alcanza la corriente fijada en R3, empieza a funcionar a corriente regulada, flotando la tensión de salida.

En consecuencia, se decide fijar la corriente límite en 4.5Amp como valor máximo permitido, ya que a 4Amp se observó que era suficiente para que la celda Peltier alcance las temperaturas requeridas. Como la celda va a trabajar en un valor nominal máximo de 4Amp, el módulo completo siempre funcionará como tensión regulada al menos que suceda un imprevisto (falla en la celda, conectar una celda no prevista, etc.) que supere esa corriente, y en consecuencia queda la corriente de salida limitada a 4.5Amp. De todas maneras, y como protección adicional, se coloca a la salida un fusible de 5Amp, para prevenir el caso del cortocircuito a la salida del sistema.

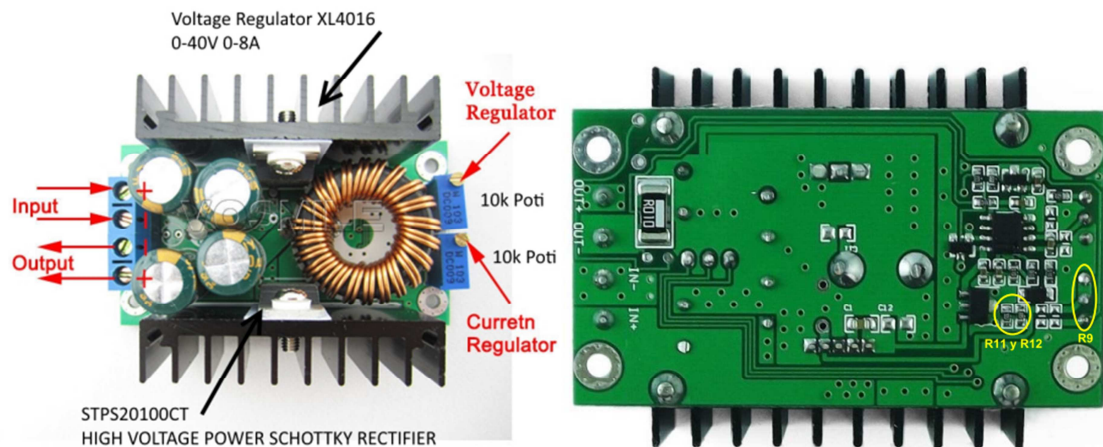
Para limitar la corriente de salida, se procede de la siguiente manera. Girar el R3 de corriente totalmente en sentido horario. Conectar una carga de 2.66E – 100W, para asegurar 4.5Amp a 12Vdc. Regular la tensión de salida en 12Vdc y luego disminuir la limitación de corriente, girando R3 en sentido anti-horario hasta que la tensión de salida empiece a disminuir. Dejar en ese punto.

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

Por otro lado, la tensión máxima de salida no debe superar los 16Vdc y el regulador entrega hasta 36Vdc. Es necesario entonces modificar los valores del circuito para limitar la tensión máxima de salida. Del circuito se observa que la tensión de salida es igual a

$$V_{out} = 1.25 * [1 + R9 / (R11 // R12)] = 1.25 * [1 + 0-10K / (2k2 // 430)] = 1.25 * [1 + 0-10K / 359.69] = 1.25 - 36V$$

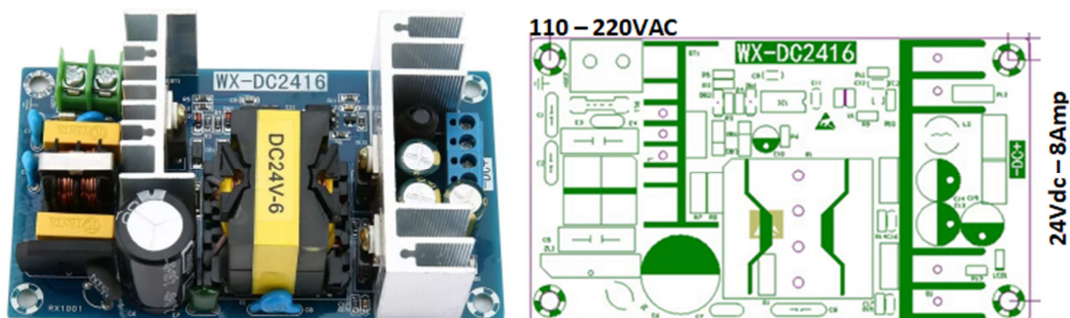
Para limitar la tensión de salida, se modifica R9 por un potenciómetro de panel de 10K, R11 se deja a circuito abierto y R12 = 1K. En consecuencia, la tensión máxima de salida será de 13.75V. Este valor es superior al valor nominal máximo de trabajo de la celda Peltier y está por debajo del valor máximo permitido de la celda antes de forzarla a su destrucción.



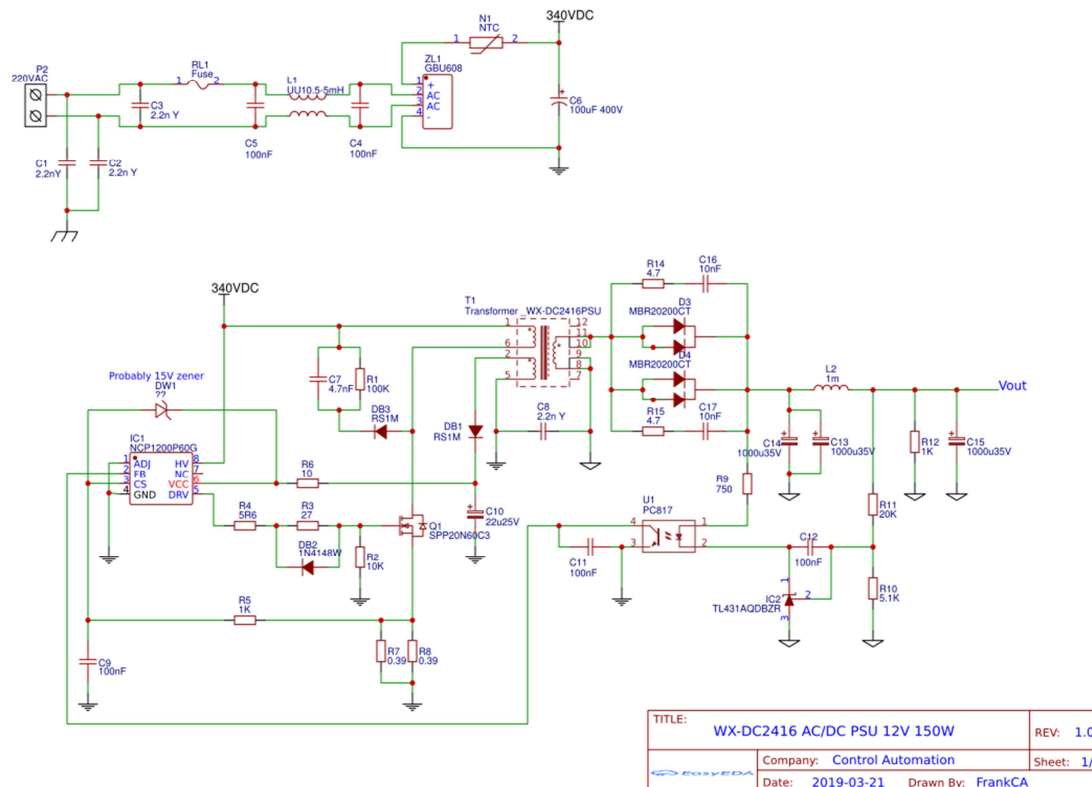
En la figura anterior se observan el conexionado del regulador XL4016 y el lado inferior del circuito, de manera de ubicar las resistencias y el preset cuyos valores hay que modificar.

Fuente de alimentación switching

El módulo XL4016 se alimenta con una entrada de 4 – 40Vdc, y 6Amp aprox. En consecuencia es necesario un dispositivo que permita conectarlo a la red de alimentación de 220VAC. El módulo WX-DC2416, es una fuente switching de 100 – 220VAC, 24Vdc 8Amp de salida, comercial, que se puede utilizar para esta aplicación. Posee protección contra sobre voltaje, y cortocircuito en la salida.

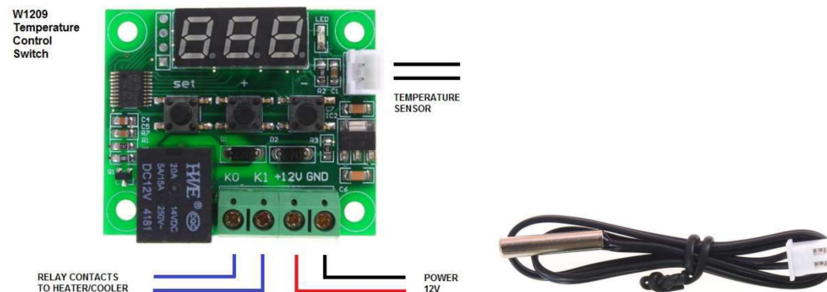


CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020



Módulo de censo y control de temperatura

Se utiliza además, de manera opcional el módulo W1209, el cual es un sistema de medición de temperatura programable que, a través de un relay, se puede conectar el módulo XL4016 para tener la temperatura de la celda Peltier controlada. En una primera instancia sólo se utilizará como termómetro digital, quedando el sistema de control de temperatura como un opcional a futuro si así fuera requerido. La razón de que este módulo incluya el control programable de temperatura es por lo recién descrito y por el bajo costo del módulo. El módulo es el siguiente



Si bien el cable del sensor es muy corto, se adaptó un prolongador hasta casi 1mt de largo. El sistema de alimenta con 12Vdc.

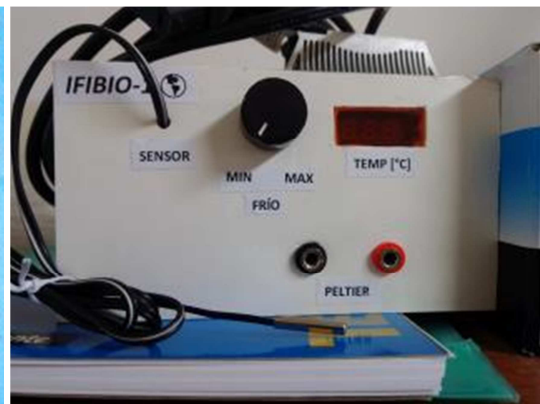
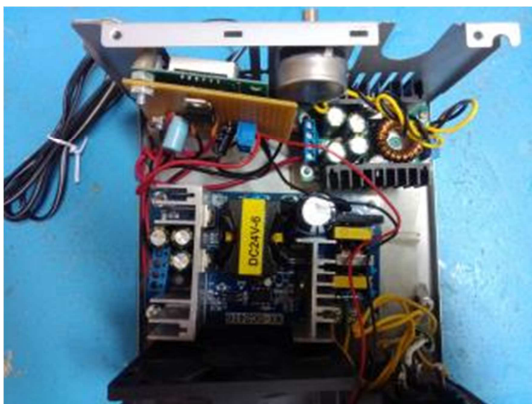
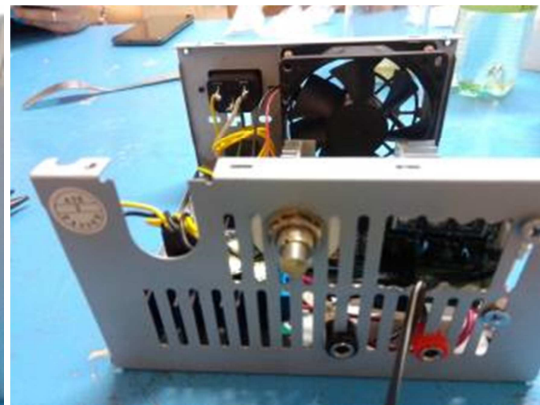
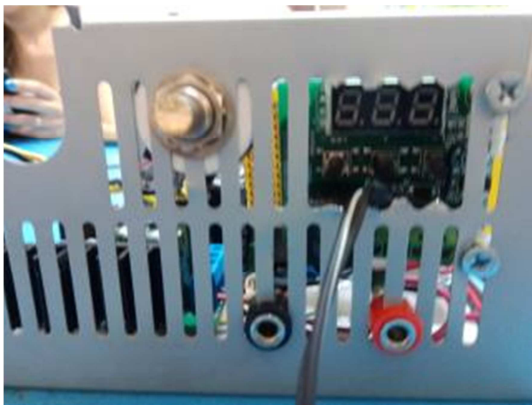
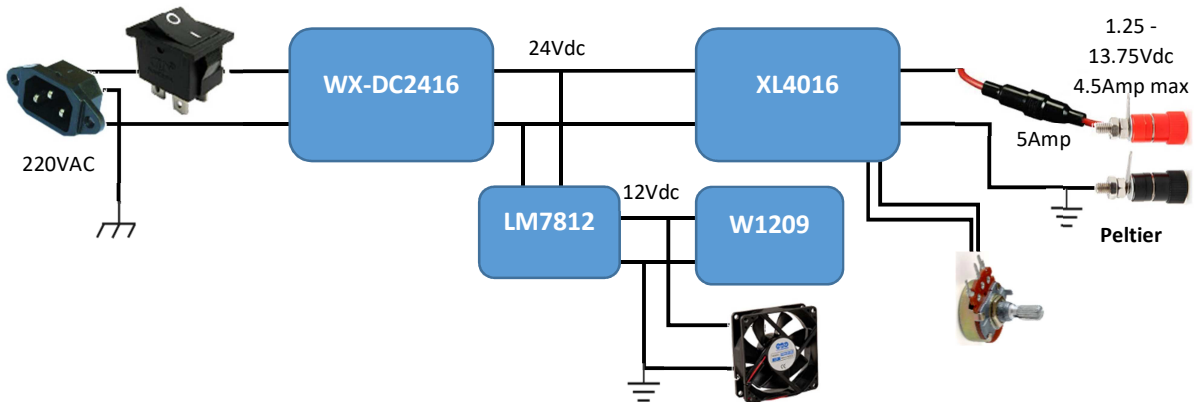
De manera de alimentar el módulo de temperatura y el agregado de un ventilador adicional para disipar el calor que generan los módulos WX-DC2416 y XL4016, se desarrolla un simple módulo de 12Vdc de salida y

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

24Vdc de entrada a partir de un regulador de tensión LM7812 y un par de capacitores electrolíticos de 25V y cerámicos de 0.1uF.

Montaje del sistema

Todo el sistema se monta en una fuente para PC, aprovechando interlock de 220VAC, llave de encendido y ventilador de 12Vdc. El diagrama de conexonado completo es el siguiente



CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020

Intercambiador de calor (el que se encuentra en el micrótopo del GNS)

Se utilizará un bloque metálico sobre el cual se montará el peltier. El lado de mayor temperatura del peltier estará en contacto directo al bloque, **utilizando grasa siliconada** ó pegamento térmico **Kafuter K-5202**, para mejorar la conductividad térmica.

Se hace circular en forma interna al bloque metálico agua previamente enfriada en hielo con la ayuda de una bomba sumergible, que se coloca dentro de un recipiente con el agua fría. La bomba se activará siempre que se energice el peltier.

El intercambiador de calor metálico consiste esencialmente en un bloque macizo de aluminio o latón, de caras paralelas con canalizaciones internas realizadas mediante mecanizado. Las dimensiones y formas específicas dependerán de cada aplicación (micrótopo) en particular, que no excederán las máximas preestablecidas para la selección del peltier.

Las canalizaciones entre el intercambiador y el recipiente con el líquido refrigerante se llevan a cabo mediante mangueras siliconadas flexibles.

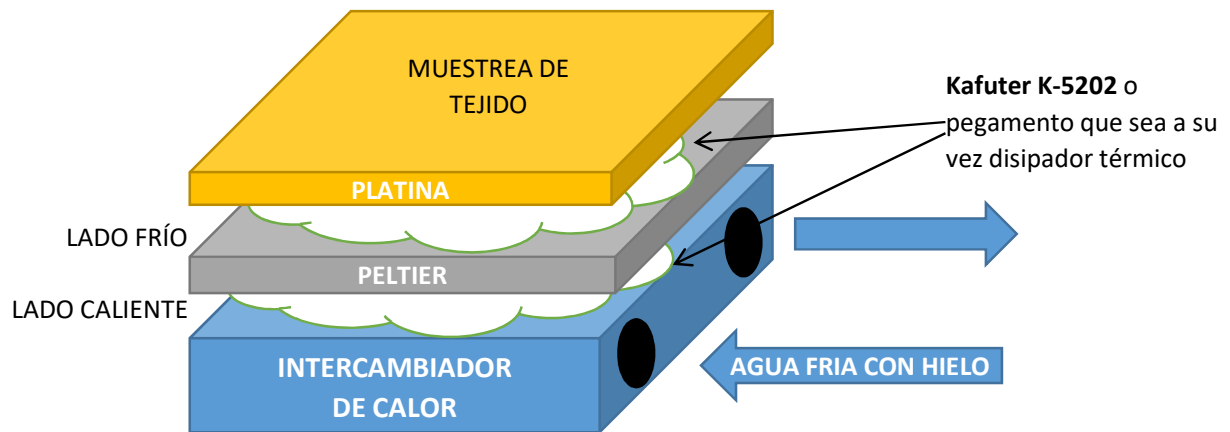
Siempre que el regulador de corriente energice el peltier, un relé auxiliar conectará en forma automática la alimentación de la bomba sumergible, que es alimentada con la tensión de suministro eléctrico de 220VAC. La bomba estará conectada directamente al gabinete que contiene el regulador de corriente del peltier, previniendo de esta forma una desconexión accidental.

Como recipiente se utiliza una caja plástica de aproximadamente una capacidad de 10 litros. La bomba sumergible a utilizar es la que se utilizan en peceras, ya que nos proveen el caudal necesario (30 litros por minuto) para producir el enfriamiento del lado caliente del peltier.



En la siguiente figura se observa el sistema mecanizado de la platina – peltier – intercambiador de calor. Se observa que el lado caliente de la celda peltier se adosa al intercambiador de calor para quitarle calor y permitir que el lado frío, que se adosa a la platina, pueda enfriarse. Cabe recordar que la celda peltier produce una diferencia de temperatura entre ambas caras, por lo que a mayor cantidad de calor que se quite del lado caliente, mayor será el frío que se obtenga del lado de la platina.

CPA Responsable	ORDEN DE PROVISIÓN DE SERVICIOS - CPA	Nº de ticket
Dr. Esteban Valverde	Desarrollo y diagnóstico tecnológico para las diferentes líneas de investigación	20200102
Fecha de Inicio: 02/01/2020		Fecha de Finalización: 28/01/2020



En la siguiente figura se puede observar el diagrama del sistema de enfriamiento

