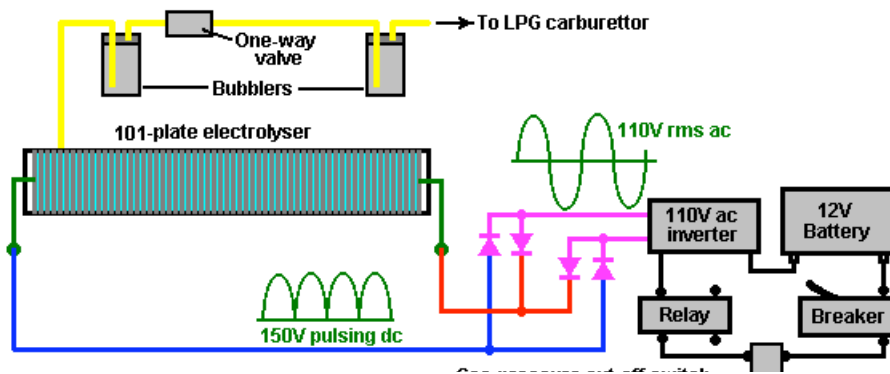


http://www.linguee.es/ingles_espa%C3%B1ol/search?source=auto&query=grooves

Bob es probablemente el diseñador de celdas en serie más conocido y con mayor experiencia, y hay que agradecerle que comparta sus diseños de forma gratuita con todo el mundo, y la continua ayuda, apoyo y consejo que brinda a quienes construyen electrolizadores. Bob consigue un nivel de producción de gas muy alto utilizando un electrolizador con un elevado número de celdas. Su electrolizador es el más eficiente que existe actualmente. Utiliza 100 celdas (101 placas) y una onda de pulsión sofisticada que eleva la eficiencia de funcionamiento muy por encima de lo reconocido en los libros de texto de ciencias disponibles hoy en día. Las unidades con sólo 60 placas son más apropiadas para la electrolisis de fuerza bruta, tendiendo a enmascarar las ganancias producidas por la pulsión. Como existe una caída de voltaje a través de cada placa de electrodo de acero inoxidable, es habitual permitir unos dos voltios por placa para el funcionamiento con corriente continua. Sin embargo, Bob considera que para una pulsión de alta eficiencia, el voltaje óptimo para cada célula con placas de electrodo de acero inoxidable de grado 316L, es de 1,5 voltios aproximadamente. Esto significa que se necesita un voltaje de aproximadamente $1,5 \times 100 = 150$ voltios, para que funcione con el máximo rendimiento.

Para obtener este voltaje máximo, Bob utiliza un transformador de 110 voltios. Un transformador es un circuito electrónico de corriente continua con entrada de 12 voltios que genera una salida de 110 voltios. Se pueden comprar fácilmente, puesto que se utilizan para hacer funcionar diferentes equipos con la batería del coche. La energía que sale del transformador se convierte de corriente alterna a corriente continua, pasando esta corriente de salida por cuatro diodos, en lo que se llama un "puente de diodos". Bob generalmente utiliza placas de tamaño 6" x 6". Es fundamental que todo elemento que contenga gas hidrógeno, se coloque fuera del compartimento de los pasajeros de cualquier vehículo. Bajo ninguna circunstancia debe colocarse el electrolizador en el área de pasajeros del vehículo, ni siquiera si lleva instalado tapas de disparo automático y una segunda cámara de protección, ya que la fuerza explosiva es tan grande que existen serias posibilidades de que se produzca un daño permanente en el sistema auditivo.

Para un funcionamiento correcto con corriente continua de un electrolizador de este tipo, la estructura del circuito es muy específica. El transformador debe de montarse de forma segura, preferentemente en la zona de entrada de la corriente de aire para refrigerar el radiador. La utilización de un puente de cuatro diodos, convierte la salida de corriente alterna del transformador nuevamente en corriente continua y produce el siguiente circuito eléctrico.



Ya que el voltaje de la corriente se expresa con una cifra media (raíz cuadrática media), tiene un voltaje máximo de un 41% por encima de dicha cifra. Esto significa que la pulsión de corriente continua alcanza un voltaje máximo de 150 voltios por encima de los 110 voltios nominales de corriente alterna que salen del transformador.

La válvula de un solo sentido que se muestra entre los dos productores de burbujas, sirve para evitar que el agua que está en el electrolizador, pueda entrar en el mismo, en caso de que se produzca una explosión en el contenedor situado encima del motor.

Sistema de electrolizador de pulsión de Bob Boyce

El siguiente apartado de este trabajo describe el muy eficiente sistema de electrolisis por pulsión de Bob Boyce. El autor lo ha compartido generosamente de forma gratuita, por lo que cualquiera que lo desee puede duplicarlo para su uso personal sin tener que pagar ningún tipo de impuesto o royalty. Antes de presentar los detalles, es preciso hacer constar que para alcanzar el rendimiento entre 600% y 1000% de la máxima producción de gas Faraday, es preciso seguir cada paso cuidadosamente, exactamente tal como se describe. La mayor parte del siguiente texto está sacada literalmente de comunicados de Bob en internet y debe considerarse de su autoría, y no debe de reproducirse sin su permiso.

Su responsabilidad

Si decide construir un electrolizador de este tipo, o de cualquier otro tipo, lo hace únicamente bajo su responsabilidad, y nadie más es responsable de cualquier daño, o pérdida, directa o indirecta, que pudiera producirse. En otras palabras, usted es totalmente responsable de lo que decide hacer, y este documento no trata de convencerle para construir este modelo de electrolizador o ningún otro.

El electrolizador de Bob provoca la disociación del agua en una mezcla de gases, fundamentalmente hidrógeno y oxígeno. Esta mezcla de gases, denominada, a partir de ahora, "hidróxido", es altamente explosiva y debe de

ser tratada con cuidado y precaución. Una pequeña cantidad de gas hidróxido que explote en el aire, puede provocar un daño permanente o pérdida total de la capacidad auditiva, debido a las ondas de choque producidas por la explosión. Si se prende el gas hidróxido dentro de un contenedor cerrado, la explosión resultante puede hacer explotar el contenedor lanzando partículas en todas las direcciones. Estos fragmentos podrían causar graves daños y hay que tener mucho cuidado de que nunca se produzca una explosión de este tipo. Bob utiliza dos productores de burbujas (burbujeadores) y una válvula de un solo sentido para evitar este tipo de accidentes, y este documento incluye información sobre los mismos.

Para hacer que el agua del interior del electrolizador lleve la corriente necesaria, se añade hidróxido de potasio (KOH) al agua destilada. Éste es el mejor electrolito para un electrolizador de este tipo. El hidróxido de potasio se conoce también como potasa cáustica, y es altamente cáustico. Por tanto, es preciso manejarlo con mucho cuidado y evitar el contacto con la piel y, todavía más importante, con los ojos. Si se produce alguna salpicadura, es preciso enjuagar la zona afectada inmediatamente con grandes cantidades de agua y si es necesario, utilizar vinagre que es ácido.

Este modelo utiliza un transformador toroidal para unir los componentes electrónicos a las celdas del electrolizador. Es vital que se utilice con mucho cuidado. Bajo ninguna circunstancia puede este transformador cargarse a los elementos electrónicos si está conectado a cualquier otro aparato que no sean las celdas del electrolizador, que actúan como un amortiguador de seguridad. Dirigido por los aparatos electrónicos de Bob, el transformador añade energía adicional del ambiente. Aunque esto es muy útil para la electrolisis, se producen en ocasiones sobrecargas de energía que pueden generar hasta 10.000 amperios de corriente. Si se produce una de estas descargas, cuando el transformador no está conectado con el electrolizador, que es capaz de absorber este exceso de energía, las condiciones eléctricas resultantes pueden ser muy graves. Con suerte, solamente se quemarían componentes muy caros, en el peor de los casos, puede producirse una chispa capaz de provocar graves daños personales. Por esta razón, es absolutamente imprescindible que el transformador toroidal nunca se conecte con la bobina secundaria conectada a cualquier otro aparato que no sea el electrolizador.

Patente

Debe de quedar claramente establecido que Bob Boyce ha hecha pública esta información y la ha mostrado públicamente desde comienzos de 2006. No puede permitirse que ninguna parte de esta información pase a formar parte de ninguna patente en ningún lugar del mundo. El hecho de que se haya hecho pública anteriormente impide el que sea patentada. La intención de Bob Boyce es que esta información esté a disposición del público de forma gratuita en todo el mundo. Hay que resaltar asimismo que todas las citas de Bob que constituyen la mayor parte de este documento son de su propiedad intelectual y no pueden reproducirse o venderse sin su autorización previa por escrito.

El objetivo

Este es un sistema de hidrógeno bajo demanda (sistema HOD). Es muy difícil generar gas hidrógeno de forma suficientemente rápida para poder dar energía a un vehículo con motor de combustión interna en todas las condiciones de conducción. Pasar de punto muerto a aceleración rápida provoca una necesidad rápida de volúmenes adicionales de gas hidrógeno y resulta difícil producir ese volumen de forma instantánea. Una solución mejor es utilizar un motor eléctrico. Puede tratarse de un vehículo eléctrico diseñado como tal, o un vehículo normal que ha sido adaptado para uso con motor eléctrico. Estos vehículos eléctricos tienen generalmente una autonomía limitada, pero una buena solución para este problema es utilizar un generador eléctrico para cargar las baterías, tanto cuando el vehículo está en uso como cuando está aparcado. Este electrolizador puede utilizarse para hacer funcionar tal generador con agua. De esta manera, no hay emisiones de CO₂ y el vehículo resulta más ecológico. Las baterías proporcionan la aceleración rápida necesaria y el generador recarga las baterías durante la conducción normal.

Generalidades

El sistema de pulsión de Bob comprende los siguientes componentes:

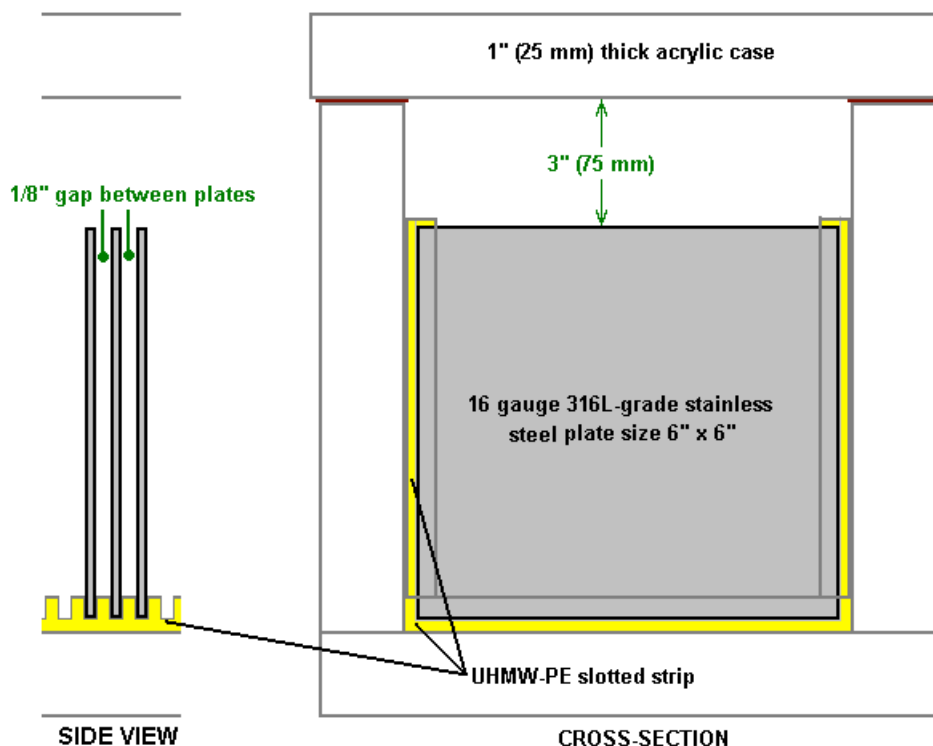
1. Una conexión eléctrica al sistema eléctrico del vehículo (que incluye elementos de seguridad).
2. Un "transformador" que eleve el voltaje del electrolizador a 160 voltios.
3. Un circuito especialmente diseñado que genera una complicada onda de disociación del agua.
4. El transformador toroidal de Bob especialmente diseñado, que une el circuito al electrolizador.
5. El electrolizador de Bob, que comprende 101 placas conectadas entre sí.
6. Un sistema de doble protección para conectar el electrolizador de forma segura con el motor de combustión interno.

Ninguno de estos elementos es particularmente difícil de conseguir, pero cada uno necesita ser fabricado con cuidado, tal como se describe, siguiendo exactamente las indicaciones que se proporcionan.

Construcción de la carcasa

Es preciso hacer ranuras muy precisas en la carcasa. Si no se dispone de una fresadora, sería preciso que le hagan las ranuras en un taller. La carcasa tiene dos extremos, dos lados, una base y una tapa. Es necesario hacer 101 ranuras de gran precisión en los dos lados y la base. Estas ranuras sirven para sostener las placas del electrodo en la posición adecuada, y proporcionar al

mismo tiempo espacio suficiente para permitir que los niveles del electrolito dentro de la celda, se igualen si se desequilibrasen entre sí. Un espacio extra de tres milésimas de pulgada en el ancho de la ranura, es suficiente para dar esta holgura, evitando sin embargo que se produzca ningún fluido eléctrico en torno a las placas. Si no dispone del equipo adecuado, puede ponerse en contacto con un voluntario que esté dispuesto a realizar este a un precio razonable. Si viven en Estados Unidos, pueden ponerse en contacto para solicitar información sobre precios y condiciones de envío en el siguiente correo: eholdgate@tampabay.rr.com.



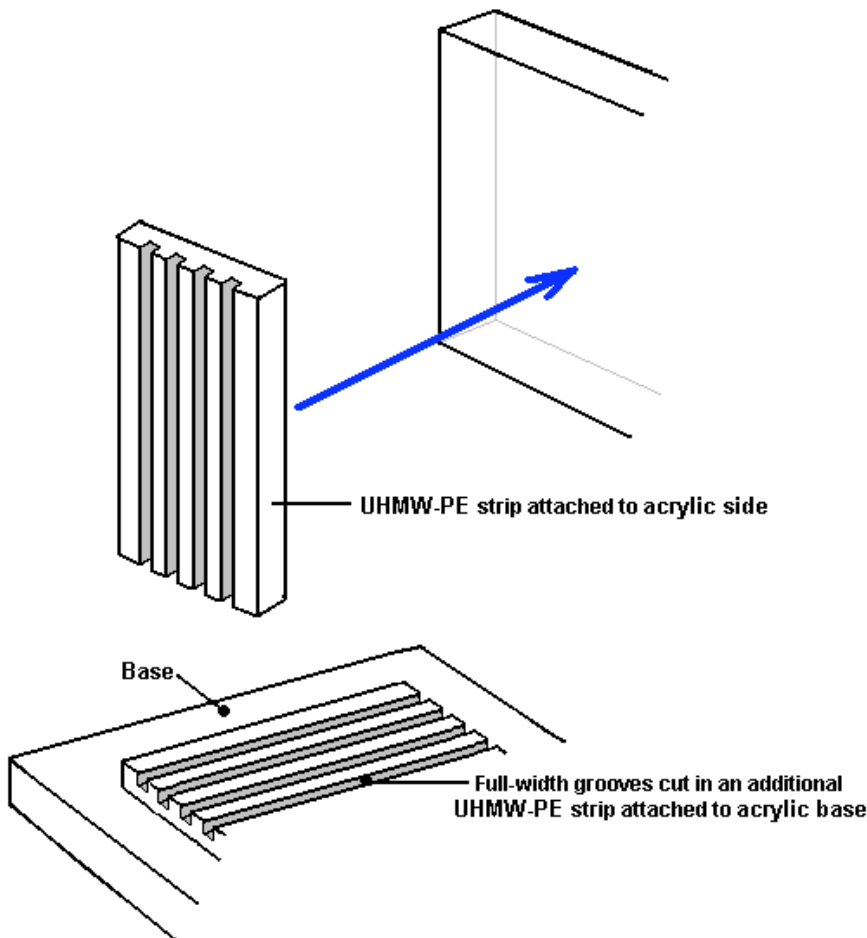
Se pueden hacer ranuras en los dos lados y en la base de la celda para colocar las placas. Pero esto no es una buena idea por varias razones, incluido el hecho de que las placas de acero se expanden cuando se calientan y pueden romper la carcasa acrílica, a menos que las ranuras sean menos profundas de lo normal. Además, es difícil cortar ranuras muy precisas en material acrílico debido a que el calor producido por la cuchilla hace que se deforme el material acrílico en la zona de alrededor de la ranura. El material acrílico en que se hacen ranuras es muy frágil y se rompe con facilidad, debido a los planos de debilidad introducidos en el material.

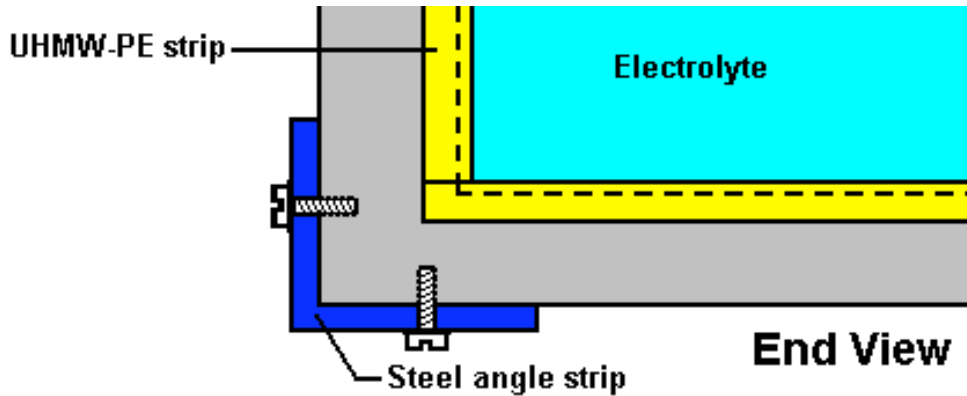
Utilizar polietileno de peso molecular ultra alto, o polietileno de alta densidad (material para las tablas de cortar comida) es una técnica mucho mejor, ya que este material no tiene el mismo problema de calentamiento al cortarlo y puede adaptar la expansión de la placa mucho mejor, por tanto éste es el material elegido para construcción de la celda. Y también se trata de un material más económico.

Las ranuras que se practican para las placas deben de ser tres milésimas de pulgada más anchas que la anchura de las placas. Una grosor adecuado para las placas es de chapa de calibre 16, que es una decimosexta parte de pulgada de ancho o 0,0625 pulgadas (1,5875mm), por lo que la anchura de ranura recomendada es 0,0655 pulgadas, que no es una fracción adecuada, siendo aproximadamente *cuatro y un quinto sesenta cuartos* de pulgada. Las ranuras tienen una profundidad de 1/8" (3mm). El proveedor de la plancha acrílica requerida para construir la carcasa, podrá suministrar "pegamento" apropiado específicamente para pegar planchas de material acrílicas. Este pegamento suelda las placas, de forma que las planchas forman una pieza continua de material acrílico a lo largo de la unión.

Comience por unir los lados y la base. Inserte dos o tres placas en las ranuras para asegurarse de que la alineación es la adecuada durante el proceso de unión. Alinee los extremos durante la unión para asegurarse de que los lados están rectos cuando se unen a la base.

Algunas personas han expresado su preocupación respecto a la resistencia del material acrílico bajo condiciones de conducción severas. Por ello, se ha sugerido que los componentes acrílicos deben construirse con plancha de 3/4" a 1" de grosor (18 a 25mm), y las esquinas deben de reforzarse con ángulos de hierro sujetos al material acrílico con tornillos, como se muestra en el siguiente gráfico.





Aquí se muestra una fotografía de una celda de 101 placas construida por Ed Holdgate, quien trabaja con mucha precisión, y prepara y vende estas carcasas para quienes quieran construir un electrolizador del modelo de Bob Boyce. (Pueden hacerse pedidos de carcasas de electrolizador ya fabricadas en la web de Ed: <http://www.holdgateenterprises.com/Electrolyzer/index.html>)



Esta carcasa parece muy sencilla, pero no es fácil de construir y los materiales son muy caros, por lo que cualquier error resulta muy costoso. Se requiere mucha precisión para construirla, por lo que es fácil cometer errores y tener un completo fracaso que resulte además muy caro. Ed Hodgate ha realizado varias adaptaciones para facilitar la fabricación, pero todavía resulta difícil incluso con estos elementos especializados y sus años de experiencia. Se utiliza el sellador marino Sikaflex 291 para pegar los dos lados con ranuras y la base, y los lados y las dos inserciones de los extremos, a fin de evitar cualquier escape entre el acrílico y alguna de estas inserciones.

La precisión requerida para que las ranuras sujeten las placas de acero inoxidable es de 0,0003" y las placas deben de ser suavizadas con una lijadora de correa en ambos lados, a lo largo de los cuatro bordes, de manera que cuando se las encaje en las ranuras no corten los lados de las mismas. Esto produce unas condiciones de control de fugas excelentes, pero para ello es necesaria una altísima precisión al cortar las ranuras. Los bordes de las inserciones reciben una capa de sellador marino Sikaflex uniéndolos a la caja acrílica, y se deja secar antes de continuar el proceso de construcción. Hay pegamentos marinos más baratos, pero utilice Sikaflex porque es un producto de mucha mayor calidad.

Las placas de los extremos, que llevan las tiras de acero inoxidable soldadas a ellas, se utilizan para conectar el suministro eléctrico a las placas, manteniendo completamente fuera de la carcasa toda conexión que pudiera soltarse y provocar una chispa. Aunque las tiras están soldadas y no hay probabilidad de que se suelten, las soldaduras se mantienen bajo la superficie del electrolito.

Preparación de las placas

Se necesita un total de 101 placas para construir un electrolizador. El material utilizado para fabricar las placas es muy importante. Debe de ser acero inoxidable de calibre 16 316L, porque contiene una mezcla de níquel y molibdeno en las proporciones adecuadas para convertirlo en un catalizador muy bueno para la técnica de pulsación. Puede intentar conseguirlo en su proveedor habitual de acero inoxidable. Un proveedor que Bob Boyce ha utilizado es Intertrade Steel Corp., 5115 Mt. Vernon Rd SE, Cedar Rapids, IA 52406.

No compre el acero por eBay, porque no tendrá posibilidad de reclamar, si las placas están cóncavas por haber sido cortadas con llama. Es muy importante, por tanto, de que su proveedor sea consciente de la precisión que requiere. Las placas tienen que ser completamente planas con una tolerancia de +/- 0,001" tras el cortado y éste es un factor muy importante. Ese nivel de precisión excluye todo tipo de cortado con llama, dado que esta técnica produce distorsión por calor. Con la técnica de cizalladura para el cortado, es previsible +/-0,0015" en los cortes y +/-0,001" en la planicidad. El cortado con láser produce una precisión mucho más alta y se pueden conseguir resultados de +/- 0,005" en los cortes y no hay necesidad de planicidad ya que el corte con laser no modifica los bordes, como lo hace el corte por cizalladura.

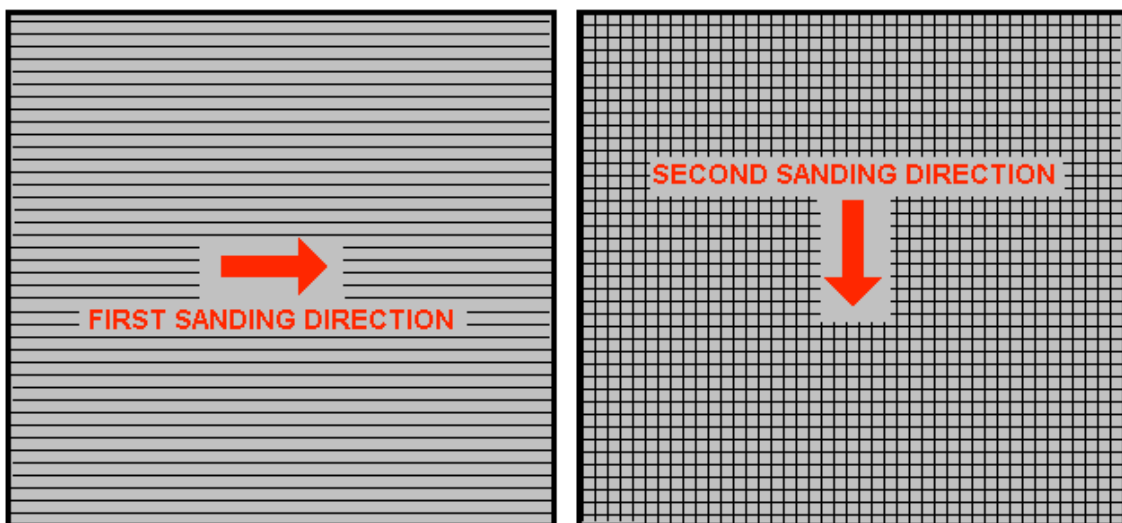
Las placas son cuadradas, de 6 por 6 pulgadas, pero eso no significa que tengan 36 pulgadas cuadradas de área de superficie activa, ya que una pequeña zona queda dentro de las ranuras y parte de cada placa queda por encima de la superficie del electrolito.

Otro aspecto a tener en cuenta es que las placas de acero 101 de este tamaño tienen un peso considerable y el electrolizador completo con el electrolito dentro pesará todavía más. Es esencial por tanto disponer de una carcasa

construida con materiales resistentes, y si se necesita utilizar un soporte de montaje, debe de ser fuerte y estar bien sujeto.

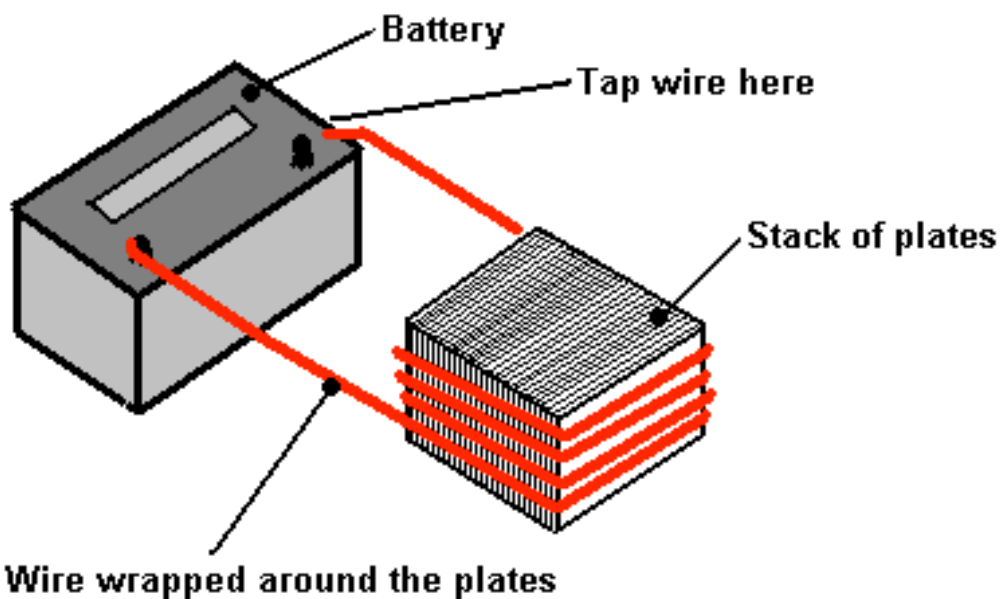
La preparación de las placas es uno de los pasos más importantes para fabricar un electrolizador que funcione bien. Es una tarea larga, pero es vital que no se haga de prisa o de manera imperfecta. Sorprendentemente, el acero inoxidable completamente nuevo y brillante no es especialmente adecuado para ser utilizado en un electrolizador, y tiene que recibir un cuidadoso tratamiento de preparación antes de que pueda producir el nivel de producción de gas esperado.

El primer paso es tratar ambas superficies de cada placa para permitir que las burbujas de gas salgan de la superficie de la placa. Esto puede hacerse utilizando un proceso de granallado (voladura de arena), pero si se elige este método, hay que tener mucho cuidado para que la arenilla no contamine las placas. Las placas de acero inoxidable no son baratas y si se hace mal este tipo de lijado, quedarían inservibles para la electrolisis. Un método seguro que Bob Boyce prefiere, es lijar la superficie con papel de lija fuerte. Este lijado se hace en dos direcciones diferentes para producir un patrón de trama interno. Esto produce picos y hendiduras ásperos de tamaño microscópico, y estos puntos y hendiduras ásperos son ideales para ayudar a las burbujas a formarse y liberarse de la placa.



Bob utiliza una lijadora de 6 pulgadas por 48 pulgadas, que es ideal para preparar las placas, con arenilla de 60 o 80. Es preciso llevar siempre guantes de goma cuando se manejan las placas para evitar dejar huellas. Llevar guantes es muy importante ya que las placas deben de mantenerse lo más limpias y libres de grasa posible, listas para el siguiente paso de la construcción del electrolizador. Cualquier partícula creada por el proceso de lijado, debería quitarse completamente de las placas. Este lavado puede hacerse con agua limpia, que no lleve cloro y otros aditivos químicos, y debe utilizarse únicamente agua destilada en el último enjuague.

Un extremo que la gente que construye electrolizadores suele olvidar es que la electrolisis no es solamente un proceso eléctrico, sino también un proceso magnético. Es importante, para obtener el máximo de eficiencia en el funcionamiento, que las placas estén alineadas magnéticamente. Eso no sucederá cuando las placas llegan del proveedor, ya que cada placa tendrá diferentes características magnéticas. Lo más fácil para solucionar este problema es dar a las placas una ligera orientación magnética. Esto puede hacerse de forma sencilla envolviendo unas cuantas vueltas de cable alrededor de cada bloque de placas y pasar algunas pulsaciones de corriente continua a través del cable.



Obviamente, hay que mantener las placas en la misma dirección cuando se colocan en la carcasa.

El siguiente paso en la preparación es preparar una solución débil de hidróxido de potasio. Puede hacerse añadiendo pequeñas cantidades de hidróxido de potasio al agua que hay en el contenedor. El contenedor no debe de ser de vidrio, ya que el vidrio no es un material adecuado para mezclar el electrolito. El hidróxido de potasio, también llamado KOH o potasa cáustica, puede comprarse en pequeñas cantidades en tiendas que vendan productos para fabricar jabón. Por ejemplo: Summer Bee, www.summerbeemeadow.com, en la sección "Soapmaking Supplies". Otro proveedor que vende cantidades pequeñas a precios razonables, puede ser:

https://www.saltcitysoapworks.com/newshop/product_info.php?cPath=25&products_id=106&osCsid=07d7dba060277e6c8a157be165490541

Aunque el hidróxido de potasio (KOH) y el hidróxido de sodio (NaOH) son los mejores electrolitos, tienen que ser manejados con cuidado. Ambos deben de manejarse de la misma forma: almacenarlos siempre en un contenedor con cierre hermético, que lleve la etiqueta ¡PELIGRO! colocada en lugar visible.

Mantenga los contenedores en un lugar seguro, fuera del alcance de niños, animales domésticos o personas que no entiendan la etiqueta. Si su suministro de KOH viene en una bolsa de plástico fuerte, una vez abierta la bolsa, debe de pasar todo el contenido a contenedores de plástico fuertes, herméticos, que pueda abrir y cerrar sin riesgo de salpicaduras del producto. Muchos almacenes venden cubos de plástico con tapas herméticas que se pueden utilizar con este fin.

Cuando maneje gránulos secos de KOH, utilice gafas de seguridad, guantes de goma y camisetitas de mangas largas, pantalones largos y calcetines. No se ponga su ropa favorita cuando maneje la solución KOH, puesto que puede estropear la ropa. También es conveniente llevar una máscara que cubra la boca y la nariz. Si está mezclando KOH sólido con agua, añada siempre el KOH al agua, no al contrario, y utilice un contenedor de plástico para hacer la mezcla, preferentemente uno que tenga una capacidad doble a la de la mezcla final. La mezcla debe de hacerse en un lugar bien ventilado que no tenga corriente de aire, pues se podría esparcir el KOH seco alrededor.

Cuando mezcle el electrolito, **nunca utilice agua caliente**. Debe de utilizar agua fría, porque la reacción química entre el agua y el KOH genera una gran cantidad de calor. Si es posible, coloque el contenedor donde hace la mezcla dentro de un contenedor mayor lleno de agua fría, ya que eso ayudará a mantener la temperatura más baja, y si la mezcla llegase a hervir, las salpicaduras caerían dentro de este segundo contenedor. Añada poco a poco pequeñas cantidades de KOH, moviendo la mezcla continuamente, y si deja de remover por cualquier motivo, vuelva a cerrar todos los contenedores.

Si, a pesar de todas las precauciones, le salpica algo de solución KOH sobre la piel, lávese con agua corriente y aplique vinagre a la piel. El vinagre es ácido, y ayuda a equilibrar el nivel de alcalinidad del KOH. Puede utilizar jugo de limón si no tiene vinagre a mano, pero siempre es recomendable tener una botella de vinagre a mano cuando está realizando el proceso.

Limpieza de las placas

La limpieza de las placas se hace **siempre** con NaOH. Se prepara una solución de NaOH del 5 al 10% (por peso) y se deja enfriar. Una solución de 5% "por peso" es 50 gramos de NaOH in 950cc de agua. A solución al 10% "por peso" es 100 gramos de NaOH en 900cc de agua. Como se dijo anteriormente, nunca se deben manejar las placas con las manos desnudas, es preciso utilizar siempre guantes de goma.

Colocar las placas lijadas y enjuagadas en las ranuras en la carcasa del electrolizador.

Ahora se aplica un voltaje a todo el conjunto de placas, colocando los terminales en las dos placas exteriores. Este voltaje debe de ser de al menos 2 voltios por celda, pero no debe de sobrepasar los 2,5 voltios por celda.

Mantener este voltaje a través de todo el conjunto de placas durante varias horas cada vez. La corriente puede ser de 4 amperios o más.

A medida que este proceso continua, la ebullición va a liberar partículas de los poros y las superficies del metal. Este proceso produce gas hidróxido, por lo que es muy importante evitar que el gas no se acumule en ningún sitio en un espacio cerrado (por ejemplo, el techo).

Tras varias horas, desconecte el suministro eléctrico y vierta la solución del electrolito en un contenedor. Limpie las celdas cuidadosamente con agua destilada. Filtre la solución de NaOH diluida con toallas de papel o filtros de café para quitar las partículas. Vierta la solución diluida nuevamente en el electrolizador y repita el proceso de limpieza. Puede que tenga que repetir el proceso de electrolisis y de enjuagado varias veces antes de que las placas dejen de soltar partículas en la solución. Si lo desea, puede utilizar una nueva solución de NaOH cada vez que enjuague las placas, pero tenga en cuenta que necesitará una gran cantidad de solución si decide hacerlo así.

Cuando termine el proceso de limpieza (generalmente tres días de limpieza), haga un aclarado final con agua destilada limpia. Es muy importante que durante la limpieza, durante el acondicionamiento y durante el uso, la polaridad de la corriente eléctrica sea siempre la misma. En otras palabras, no cambie las conexiones de la batería, pues esto anula todo el trabajo de preparación y requiere la repetición de los procesos de limpieza y acondicionamiento otra vez.

Acondicionamiento de las placas

Utilizando la misma concentración de solución que para la limpieza, llene el electrolizador con solución diluida hasta $\frac{1}{2}$ " por debajo de la parte superior de las placas. No llene las celdas en demasía. Aplique unos 2 voltios por celda y ponga la unidad en funcionamiento. Recuerde que es esencial mantener buena ventilación durante todo el proceso. Las celdas pueden desbordarse, pero eso no es un problema en este momento del proceso. A medida que se consume el agua, los niveles van a descender. Una vez que las celdas se estabilicen con el líquido a nivel de la parte superior de las placas o justo por debajo, vigile la toma de corriente. Si la toma de corriente es estable, continúe con esta fase de acondicionamiento ininterrumpidamente durante dos o tres días, añadiendo justo suficiente agua destilada para reemplazar la que se va consumiendo. Si la solución cambia de color o desarrolla una capa de escoria en la superficie del electrolito, ello significa que las pilas necesitan más limpieza. No permita que las celdas se sobrecarguen y se desborden. Después de dos o tres días de funcionamiento, saque la solución diluida de KOH y limpie el electrolizador cuidadosamente con agua destilada.

Funcionamiento de la celda

Mezcle una solución de hidróxido de potasio de potencia máxima (280 gramos de KOH añadido a 720cc de agua), que es un 20% más efectivo en funcionamiento que el hidróxido de sodio. El llenado del electrolizador depende

de que se utilice electrolisis directa de corriente continúa, o electrolisis resonante.

Para electrolisis directa de corriente continúa, llene el electrolizador hasta aproximadamente una pulgada por debajo de la parte superior de las placas. El voltaje de corriente continúa aplicada al electrolizador será de aproximadamente 2 voltios por celda o un poco menos, de forma que al electrolizador de 100 celdas se le aplicarán entre 180 a 200 voltios. Este voltaje se generará con un transformador.

Para funcionamiento resonante, llene el electrolizador hasta sólo la mitad de altura de la placa, porque la producción de hidróxido de gas es tan rápida que hay que dejar espacio para que el gas abandone las placas. Con el funcionamiento resonante, se utilizan unos 1,5 voltios por celda.

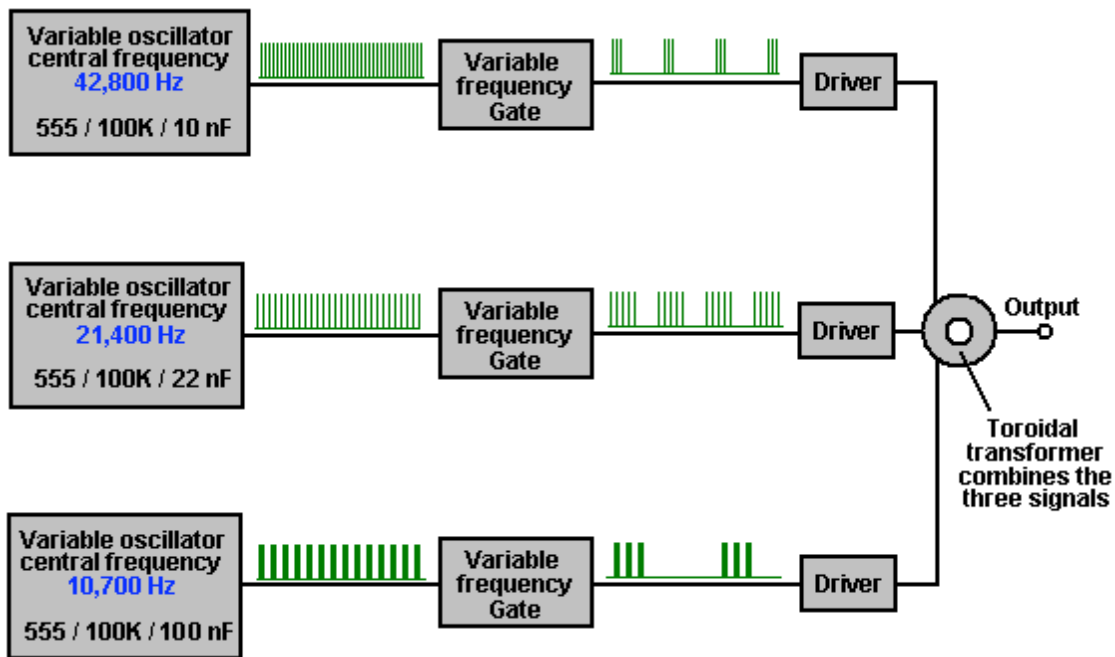
Solución de problemas

1. Una corriente excesivamente baja es provocada por una preparación de las placas inadecuada o por contaminación severa. Saque las placas del electrolizador y repita nuevamente su acondicionamiento.
2. Una corriente excesivamente alta es provocada por altas pérdidas entre las celdas. Esto requiere que se vuelva a construir o se vuelva a sellar la carcasa del electrolizador.
3. Si la corriente comienza alta y luego cae, significa que las placas están contaminadas. Saque las placas del electrolizador y repita nuevamente el proceso de acondicionamiento.

Construcción de la parte electrónica

El funcionamiento en resonante del electrolizador requiere el uso de un sistema de pulsión de energía alterna. Bob ha diseñado un sistema avanzado con este fin, que consiste en una placa electrónica sofisticada y un transformador toroidal bien afinado que conecta la placa electrónica con el electrolizador.

La placa electrónica produce tres frecuencias separadas que se combinan para producir una onda compleja y rica que es después modificada por el transformador toroidal.



En el electrolizador de Bob, estas frecuencias fueron aproximadamente 42,8 KHz, 21,4 KHz y 10,7 KHz, pero por favor no se equivoquen, no existe una única frecuencia exacta o un conjunto de frecuencias que deba ser utilizada. El tamaño y forma de su celda, el espacio entre los electrodos, la densidad del electrolito, la temperatura y la presión operativa son todos los factores que afectan el ajuste de la parte electrónica.

Con las celdas grandes de uso marino de Bob, con placas cuadradas de 12 pulgadas, Bob descubrió, utilizando su transformador original, modificado, que el punto de resonancia base era por lo menos 100 Hz más bajo que el de los prototipos con placas de tamaños inferiores. Ese transformador no está ya disponible en el mercado y aunque estuviese, no sería aconsejable utilizarlo porque la placa electrónica de Bob es mucho más efectiva. La placa de triple oscilador puede afinarse con un osciloscopio, pero si no se dispone de uno, las resistencias preestablecidas se colocan en su punto medio, y entonces se ajusta la frecuencia a 42.800 Hz muy lentamente para encontrar el punto de máxima salida de gas. Este es un punto muy preciso y es esencial utilizar resistencias preestablecidas de alta calidad que varían su resistencia de forma muy precisa.

El objetivo es ajustar la frecuencia a pasos tan pequeños como 1 Hz cada vez. Cuando se halla el punto óptimo, se repite el procedimiento con el generador de frecuencia de 21.400 Hz, y finalmente con el ajuste a 10.700 Hz de frecuencia. Finalmente, la proporción Marks/Space de las resistencias preestablecidas se ajusta para producir la pulsión más baja que no reduce la proporción de generación de gas.

Cuando probó con celdas inundadas separadas conectadas en series, no logró conseguir nada más que un aumento marginal en el funcionamiento sobre un rango más amplio. Bobo consideró que esto se debía a que cada celda en el conjunto tenía un punto de resonancia ligeramente diferente que no coincidía muy bien con las otras celdas. Bob tuvo que pasar al diseño de placas en serie, con espaciado muy preciso y tolerancias estrictas en las ranuras y las placas, a fin de conseguir respuestas resonantes para alinear todas las celdas.

También descubrió que algunas elecciones de electrolito no producían resonancia en ninguna frecuencia, aunque no está seguro de por qué. Algunas funcionaban bien, mientras que otras funcionaban defectuosamente, por lo que Bob se quedó con lo que le funcionó mejor: hidróxido de sodio (NaOH) y hidróxido de potasio (KOH). Hay que señalar que la construcción de cada electrolizador es ligeramente diferente de todas las demás, aunque se haya intentado que sean exactamente iguales. Habrá pequeñas diferencias entre las placas en un electrolizador y las placas en otros electrolizadores. La concentración de electrolito será ligeramente diferente, la preparación de las placas será ligeramente diferente y el conjunto de características magnéticas será único para cada electrolizador. Por esa razón, el afinamiento de la placa electrónica y la construcción del mejor transformador posible para conectar la electrónica al electrolizador es siempre diferente para cada aparato construido.

Hay que utilizar el programa ExpressPCB para acceder al archivo PWM3F.pcb, que está en la carpeta "Bob Boyce Project", porque este pequeño archivo de 50 Kb contiene el diseño y la información requerida para que el fabricante pueda construirle la placa electrónica. Descárguese el archivo PWM3F.pcb y ábralo con el programa ExpressPCb que acabe de instalarse. Cuando haya cargado el archivo, elija la opción "Layout", en la parte superior de la pantalla y luego entre en "Compute Board Cost", entre en su localidad, seleccione la opción "Two layer Board", luego elija "MiniBoard".

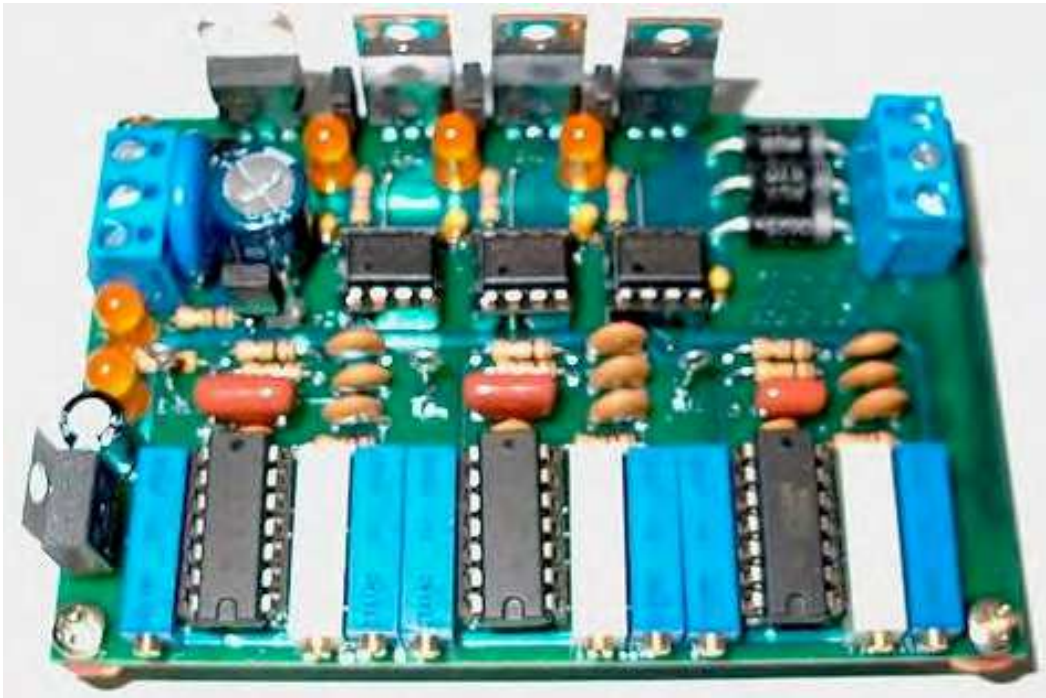
También puede conseguir la placa electrónica en The Hydrogen Garage por 20 dólares, en:

[http://stores.homestead.com/hydrogengarage/Categories.bok?category=ELECTRICAL+ %2F+CIRCUITS](http://stores.homestead.com/hydrogengarage/Categories.bok?category=ELECTRICAL+%2F+CIRCUITS), junto con otros componentes útiles, como un amperímetro, para comprobar el flujo de corriente a través del electrolizador.

Cuando le entreguen su nueva placa electrónica, tendrá que montar los componentes. Terry ha preparado un modelo de pedido para Digikey que puede utilizar sin tener que organizar toda la información usted mismo. Puede utilizar este enlace para solicitar los componentes que le costarían unos 60 dólares para entrega dentro de los EEUU:

http://sales.digikey.com/scripts/ru.dll?action=pb_view&pb_glue=1014385

La placa electrónica 3G complete tiene este aspecto:



Se puede comprar un circuito completo por 120 dólares en Hydrogen Garage. : <http://stores.homestead.com/hydrogengarage/Detail.bok?no=67>

No es difícil montar esta placa electrónica ya que se puede comprar un placa de circuito impreso ya preparado y un conjunto completo de componentes pueden encargarse utilizando el sistema de pedido establecido en el foro Working Watercar.



Puede ver que la totalidad de la carcasa de aluminio se utiliza como ventilador para disipar el calor generado en los transistores conductores FET. Estos transistores están atornillados a la carcasa y cada uno tiene su propio rectángulo de depósito de mica entre el transistor y la carcasa. Estas piezas de mica pasan el calor rápidamente a la carcasa, mientras que, al mismo tiempo, aíslan los transistores eléctricamente, de forma que no interfieran uno con otro. Observe asimismo las columnas de soporte de plástico en cada esquina de la placa de circuito impreso. Se utilizan para montar la placa de circuito impreso de forma segura, mientras se mantiene alejada de la carcasa de metal, evitando así cualquier posibilidad de que las conexiones en la parte inferior de la placa puedan sufrir un cortocircuito por la carcasa.

En alguno de los elementos de la placa electrónica, se ha comprobado que es a veces difícil conseguir que el oscilador de alta frecuencia funcione correctamente a unos 42,8 KHz, debido a que algunos chips CE556 están fuera de especificación. Aunque deberían ser iguales, los chips de otros fabricantes, e incluso los chips de la misma marca de diferentes suministradores, pueden tener especificaciones reales ligeramente diferentes. En las placas PWM3E y PWM3F, el componente C4 se ha cambiado nuevamente de 0,1 microfaradio a 0,047, para ajustarse a las especificaciones modificadas del nuevo chip NE556N de Texas Instruments (el que lleva la indicación MALAYSIA en la parte superior). Las versiones anteriores de este chip NE556N habían requerido un cambio a 0,1 microfaradio para adaptarse a las especificaciones que estaban por debajo de la norma. Dependiendo del chip que se utilice en las posiciones "U1 - U3" de la placa, puede ser necesario ajustar el valor de C1, C3 y C4 para compensar variaciones de las especificaciones originales del chip 556, o ajustar algunas de las tolerancias de sincronización de los componentes. Los chips de Texas Instruments (TAIWAN y otros) funcionarán bien en las posiciones "U2"y "U2", pero ha habido un problema suministrando chips que alcanzarían 43 kHz en la posición "U1". Los chips MALAYSIA que se han probado hasta la fecha, han resultado satisfactorios.

Montaje de la placa completa

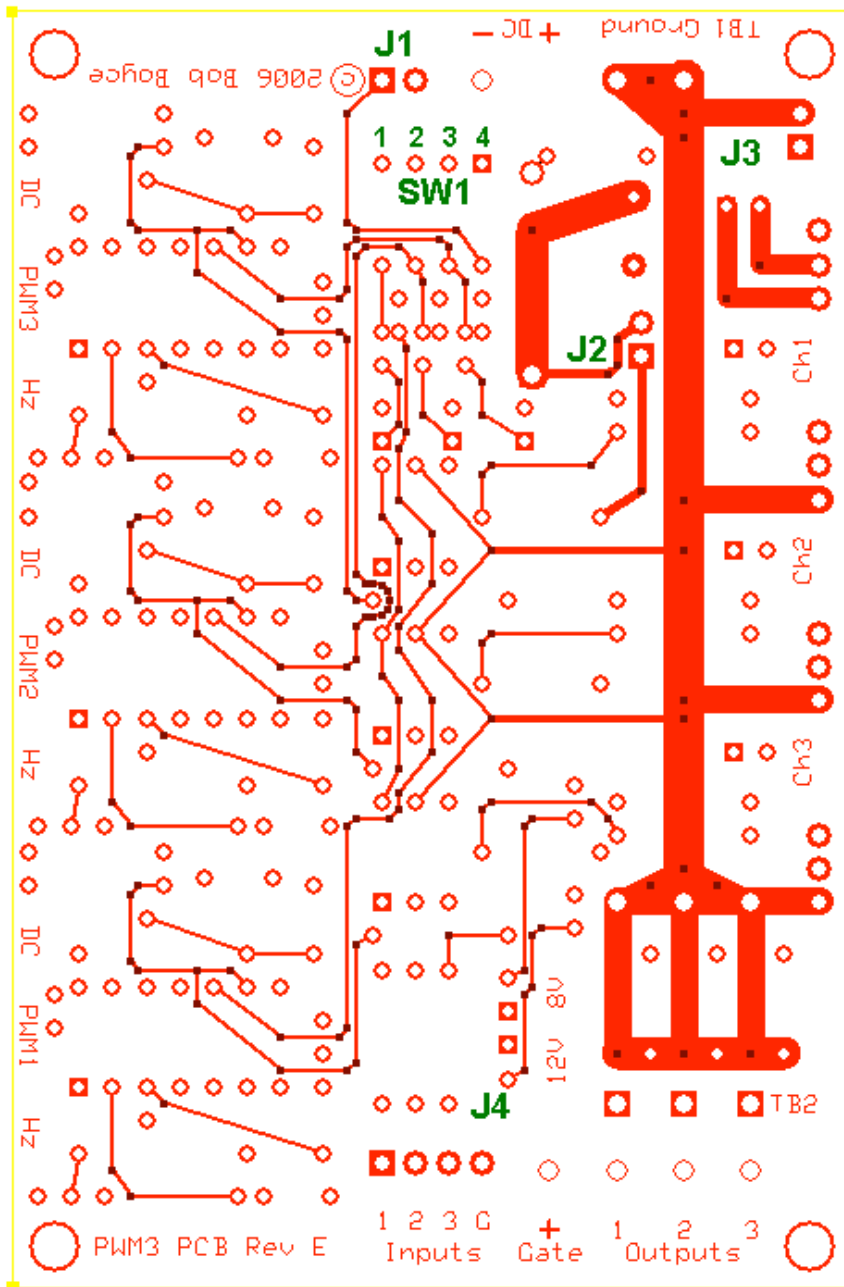
Puente J1: Si se produce un corto-circuito, deja fuera de funcionamiento los tres Moduladores de duración de impulsos, para los productos del oscilador únicamente.

Puente J2: Si se produce un corto-circuito, conecta el dispositivo de salida MOSFET TB 3 a corriente continua para un único suministro.

Puente J3: Si se produce un corto-circuito, conecta la fuente MOSFET a la corriente continua para toma de tierra.

Puente J4: Si se produce un corto-circuito, deja fuera de funcionamiento las tomas Auxiliares TTTI 1, 2 y 3. Es un test conveniente para medir las salidas de cada uno de los niveles de los tres generadores de señal. Para poner en marcha las tomas auxiliares, los generadores de la placa deben de desconectarse con los interruptores 1,2 y 3 tal como se muestra a continuación:

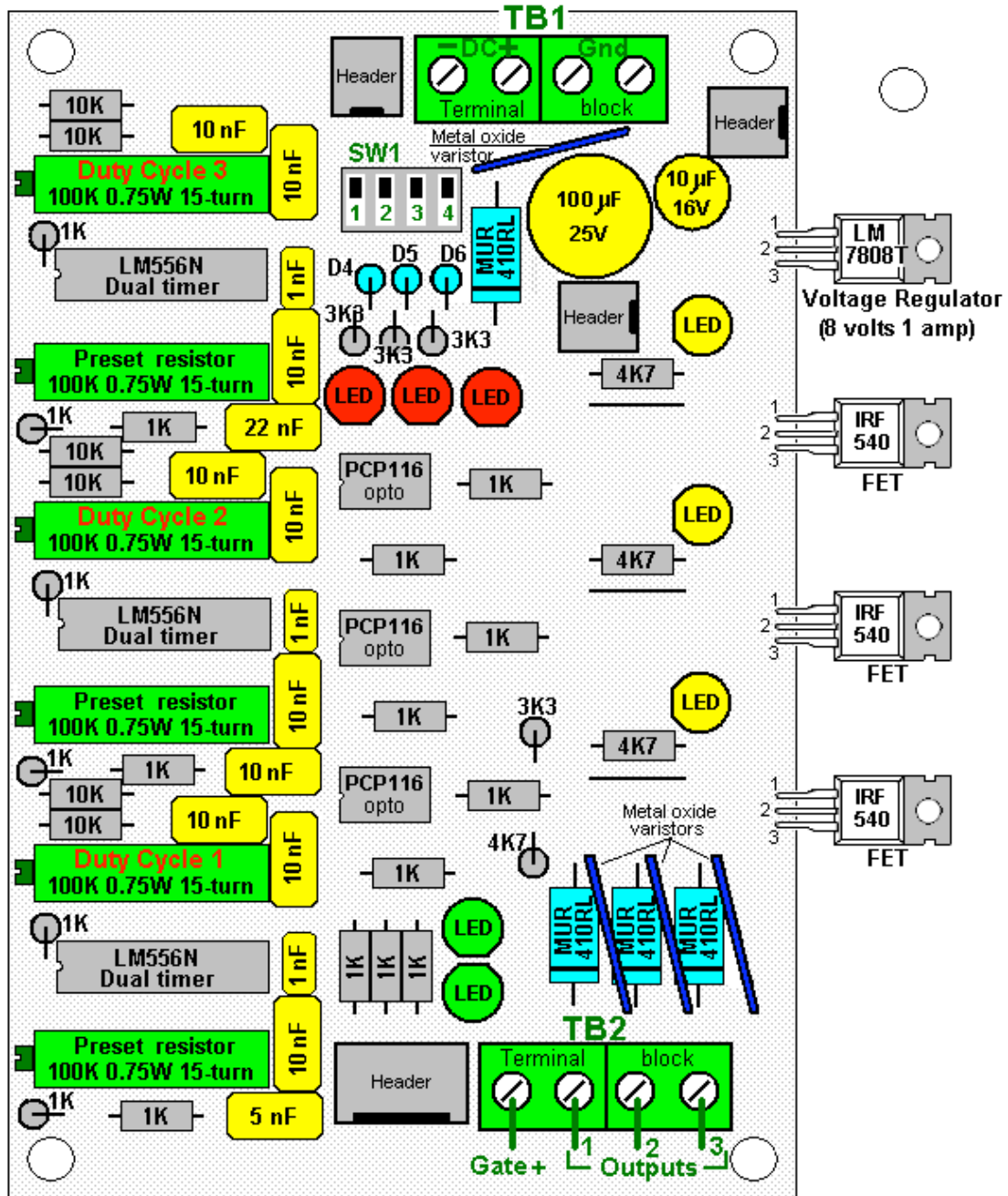
Interruptor SW1: encender el interruptor 1 desconecta la modulación de duración de impulsos del oscilador 1, encender el 2 desconecta la modulación de duración de impulsos del oscilador 2, encender el 3 desconecta la modulación de duración de impulsos del oscilador 3, encender el 4 desconecta la modulación de duración de impulsos de los tres osciladores al mismo tiempo.



Esta placa ha sido reemplazada (modificada)

Bloque terminal TB1: es la toma de corriente alterna y toma de tierra MOSFET

Bloque terminal TB2: es la pila MOSFET/salidas PWM y toma de suministro MOSFET



Esta placa ha sido reemplazada (modificada).

Detalles:

J1 es para la conexión de un control de seguridad externo opcional o aparato de apagado de seguridad, tal como un interruptor para limitar la presión o la temperatura. Se disminuye J1 para disminuir la generación de formas de onda. Para el funcionamiento normal, J1 permanece en posición de funcionamiento.

J2 y **J3** son para facilitar la modificación opcional del voltaje. Para funcionamiento normal, se cortocircuitan J2 y J3, con la posición 2, se bloquea el cortocircuito del puente.

J4 es para conectar tomas auxiliares opcionales. Para un funcionamiento estándar, no se conecta nada al J4. J4 puede utilizarse también para conectar un osciloscopio para ver las ondas del generador del modulador de pulsión de tiempo de los canales 1, 2, y 3.

SW1 sirve para desconectar los canales 1, 2 y 3 de los generadores PWM, mediante los interruptores 1, 2 y 3. El interruptor 4 es una llave maestra que desconecta los tres canales a la vez. Para un funcionamiento normal, los cuatro interruptores deben de estar desconectados, en posición OFF.

El bloque terminal TB1 tiene cuatro conexiones como se indica a continuación:

1. La entrada de corriente continua + está conectada a la conexión positiva del suministrador de corriente continua de 13,8V mediante un fusible de 2 amperios o un interruptor automático.

2. La entrada de corriente continua – está conectada a la conexión negativa del suministrador de corriente continua de 13,8V. Si se instala un enchufe de cortacircuito en J3, este clave es opcional.

3. y 4. La toma de tierra está conectada a la conexión negativa del suministrador de corriente continua de 13,8V mediante un cable de alto calibre. Hay dos terminales para conexión de cables disponibles, de forma que se pueden utilizar dos cables de igual longitud para reducir las pérdidas de resistencia.

El bloque terminal TB2 tiene cuatro conexiones que se conectan de la siguiente forma:

La entrada + no está normalmente conectada cuando hay un enchufe de cortacircuito instalado en el puente J2.

La salida 1 está conectada al lado “frío” del primario 1 del transformador toroidal.

La salida 2 está conectada al lado “frío” del primario 2 del transformador toroidal.

La salida 3 está conectada al lado “caliente” del primario 3 del transformador toroidal.

Los lados “calientes” de los primarios 1, 2 y 3 se unen y se conectan a la conexión positiva del suministrador de corriente continua mediante un cable de alto calibre y un fusible de 60 amperios o un interruptor automático de corriente continua.

Nota: Estos fusible son para protección contra cortacircuitos, y no sirven para indicar el consumo de energía del sistema.

Cómo probar la placa electronica

No conecte las salidas PWM3F a un transformador conectado a la corriente, hasta que las pruebas llevadas a cabo muestren que la placa está totalmente preparada para funcionar correctamente. Puede quitar el fusible de 60 amperios o activar el interruptor automático mientras lleva a cabo el testeo y la puesta a punto.

Aplique corriente a la placa PWM3F y compruebe el indicador LEDs para un funcionamiento correcto:

LED 1 – Canal de salida 1 – debe de estar encendido durante el funcionamiento normal, y apagado fuera de funcionamiento.

LED 2 – Canal de salida 2 - debe de estar encendido durante el funcionamiento normal, y apagado fuera de funcionamiento.

LED 3 – Canal de salida 3 - debe de estar encendido durante el funcionamiento normal, y apagado fuera de funcionamiento.

LED 4 – el desactivador del canal 1 PWM - debe de estar apagado durante el funcionamiento normal, y encendido fuera de funcionamiento.

LED 5 - el desactivador del canal 2 PWM - debe de estar apagado durante el funcionamiento normal, y encendido fuera de funcionamiento.

LED 6 - el desactivador del canal 3 PWM - debe de estar apagado durante el funcionamiento normal, y encendido fuera de funcionamiento.

LED 7 – el suministrador de 12 voltios - el desactivador del canal 1 PWM - debe de estar encendido durante el funcionamiento normal, y apagado fuera de funcionamiento.

LED 8 – el suministrador de 8 voltios – debe de estar encendido durante el funcionamiento normal y apagado fuera de funcionamiento.

Si todos los indicadores funcionan correctamente, puede comenzar el proceso de ajuste. Si todo funciona correctamente, menos los indicadores de salida, intente ajustarlos primero y vuelva a realizar las pruebas. Los fallos pueden indicar problemas en los componentes o problemas de soldadura.

Puesta a punto o ajuste de la placa

Ajuste los tres potenciómetros (R25, R27, R29) marcados "DC" (Ciclo de funcionamiento) completamente en el sentido de las agujas del reloj, para obtener la mínima anchura de pulsación.

Conecte un contador de frecuencia u osciloscopio al puente J4, clavija 1 (Salida auxiliar 3) y ajuste el potenciómetro marcado "Hz" del canal 3 (R28) para una lectura de 10,7 KHz.

Conecte un contador de frecuencia u osciloscopio al puente J4, clavija 2 (Salida auxiliar 2) y ajuste el potenciómetro marcado "Hz" del canal 2 (R26) para una lectura de 21,4 KHz.

Conecte un contador de frecuencia u osciloscopio al puente J4, clavija 3 (Salida auxiliar 1) y ajuste el potenciómetro marcado "Hz" del canal 1 (R24) para una lectura de 42,8 KHz.

Nota: Si el canal 1 se desconecta mientras está ajustando para llegar a 42,8 KHz, reemplace U1 por un chip temporizador del tipo NE556 de otra marca. Muchos de estos chips, como los marcados como hechos en Taiwan, no cumplen totalmente las especificaciones NE555 y se desconectarán con la salida puesta en sólido. Si esto ocurre mientras se está cargando, puede destruirse rápidamente la salida FET de ese canal. Se ha comprobado que los chips 556 de Texas Instruments marcados como hechos en Malasia funcionan perfectamente hasta 45 KHz.

Una vez que se ha ajustado la placa como acabamos de describir, verifique la salida del Bloque Terminal TB2 con un osciloscopio. Sin conectar un transformador, el indicador LEDs carga sólo ligeramente las FETs, pero lo suficiente para verificar el funcionamiento durante la fase de prueba.

Si todo funciona bien hasta este momento, ya puede conectar los primarios del transformador y aplicar corriente.

Nota: Si tiene problemas de calentamiento con cualquiera de los varistores de óxido de metal M1, M2 y M3, pueden quitarse sin problema, o reemplazarse por otros de voltaje ligeramente más alto. Ha habido algunos varistores de óxido de metal que han funcionado correctamente y otros que han presentado problemas. Parece que depende de las partidas.

Cableado del transformador

En el sistema de Bob Boyce, el transformador es un componente muy importante. Es un inductor, un transformador y una fuente de conversión de forma de energía, todo en una sola pieza. El transformador ha sido duplicado y utilizado por otras personas con éxito, puesto en funcionamiento con la placa de triple oscilador de Bob, para lograr un impulso resonante dirigido a las

celdas que tiene como resultado un rendimiento que está por encima del máximo obtenido por Faraday.

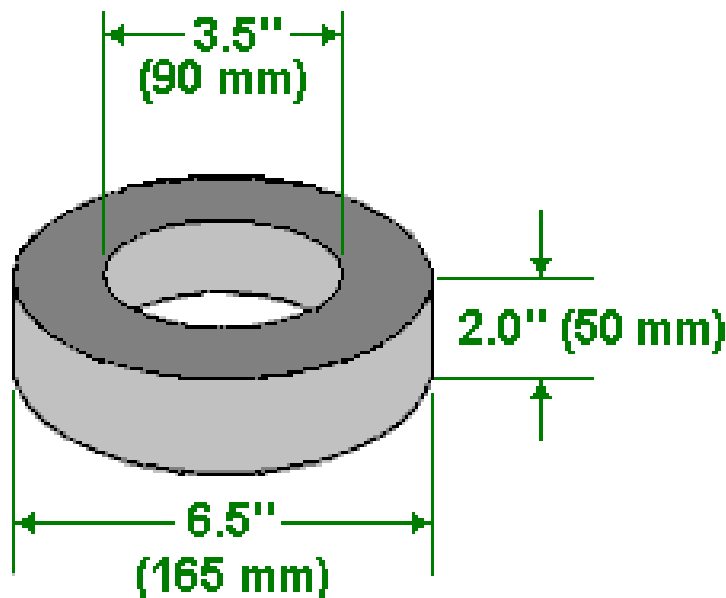
La razón por la que no hay instrucciones paso a paso para construir el transformador es porque hay que enrollar los cables de acuerdo con la carga/impedancia de las celdas que tiene que accionar.

No hay una solución que sirva a todos los casos para la construcción del transformador. Bobo utiliza un núcleo de hierro en polvo de 6,5" de diámetro para unidades de hasta 100 celdas. A mayor diámetro, mayor potencia. La ferrita es adecuada para frecuencias bajas, pero para esta aplicación, un núcleo toroidal de hierro en polvo es esencial. El núcleo de micrometales, referencia "T650-52", es un núcleo adecuado y se puede obtener en:

<http://www.micrometals.com/pcparts/torcore7.html>. Puede comprarse en pequeñas cantidades mediante el procedimiento de pedido de muestras "samples requests",) en esta dirección:

http://www.micrometals.com/samples_index.html

The Micrometals T650-52 Toroidal Core



El primario del transformador es fase 3, mientras que el secundario es de una sola fase.

Como la mayoría de la corriente fluye a lo largo de la parte exterior de los cables, más que a través de la parte media del cable, el tipo y tamaño del cable elegido para hacer el transformador es muy importante.

Bob utiliza cable sólido de cobre bañado en plata cubierto de teflón. Es muy importante que este cable sea de núcleo **sólido** y no **trenzado** (stranded),

porque el cable trenzado no funciona bien en este caso (debido a que genera corrientes inducidas de fase diferencial, en el trenzado). En este momento, un suministrador de este tipo de cable es <http://www.apexjr.com>. Antes de proceder al cableado, se da al toroide una capa de cinta adhesiva. Y los materiales que hay que utilizar se colocan juntos, es decir, la cinta, el cable, la cera y la pistola de aire caliente.



De gran importancia con el toroide es que, al contrario de lo que sucede con el diseño de los transformadores tradicionales, debe de cablearse primero el secundario, y los cableados deben de estar suficientemente espaciados en la zona donde se distribuyen desde el centro del núcleo. Esto significa que, aunque están fuertemente apretados uno con otro en el hueco central, no deben de estar montados de tal forma que se amontonen en la parte exterior. Los errores en el montaje del transformador causarán errores que reducirán el rendimiento y la eficacia global.



Como pueden ver, Bob utiliza pequeños trozos de cable de plástico, como espaciadores para la parte exterior del toroide, aunque la foto anterior se ha tomado para mostrar el aspecto de un cableado secundario cuando los cables se han colocado con precisión.

Puede comprobar que Bob ha envuelto el toroide en cinta adhesiva antes de empezar el segundo cableado.



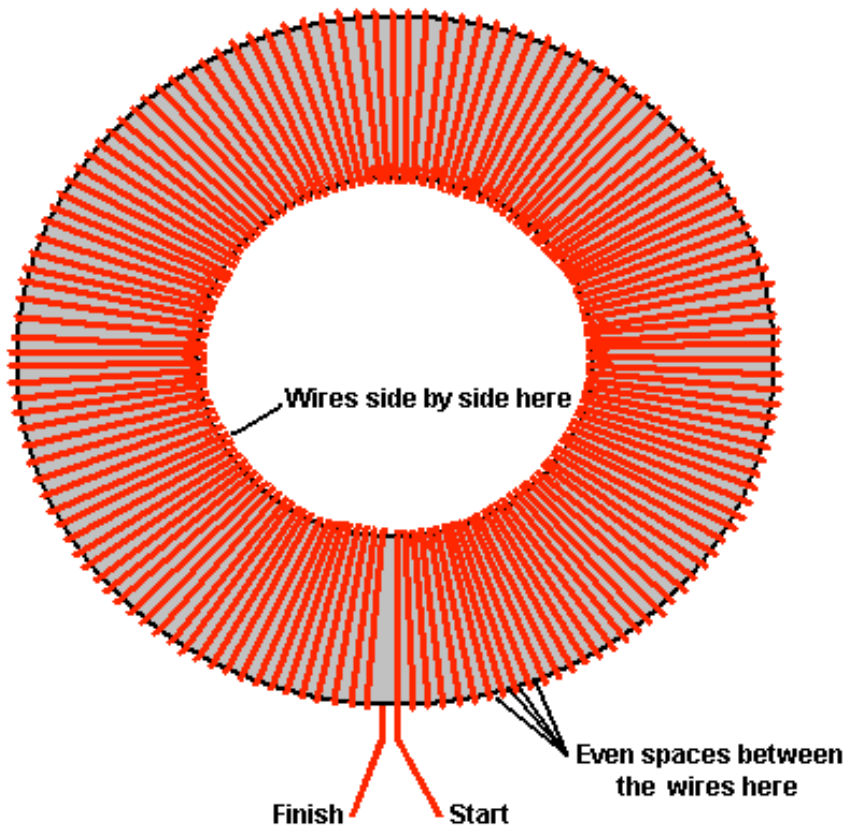
Bob también utiliza una vasija para aplicar cera a las vueltas de cable colocadas con precisión en el transformador toroidal.



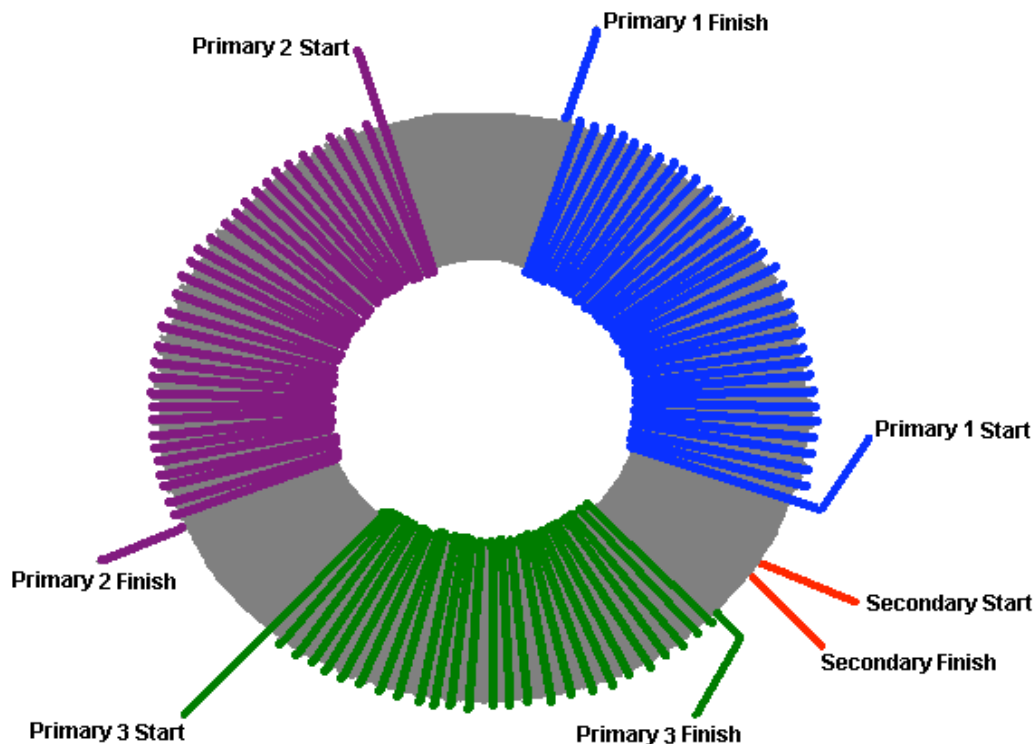
Cuando se completa el cableado, colocando los cables con precisión, debidamente espaciados y encajados en cera, cada capa se termina con una capa de cinta adhesiva. Bob dice: *“Utilizo una única envoltura de cinta aislante de PVC, muy apretada sobre el segundo cableado. Pero es preciso tener en cuenta que la tensión en la cinta tiene tendencia a desenrollarla. Una capa de la cinta de bobinar amarilla 1P802 mantiene la cinta aislante en su sitio, sujetando asimismo los huecos triangulares entre los cables. Una advertencia importante!!! **NO UTILICE CINTA DE BOBINAR DE FIBRA DE VIDRIO!!!** Se encargó por error una caja de cinta de bobinar de 3M, así que intenté ver si podría servir. No sólo suprimió la respuesta de resonancia acústica de todo el núcleo toroidal, sino que además, por alguna extraña razón, también provocó la respuesta de pulsación electroestática del secundario a la polaridad reversa, reduciendo la amplitud de señal a solamente el 10% de su valor. Anuló totalmente el beneficio del aislamiento de teflón. Tuve que desenvolverlo y volver a envolverlo con la cinta de bobinado amarilla 1P802. Tuvimos que devolver una caja completa de esta cinta de bobinar 3M y encargar más de la adecuada a Lodestone Pacific”.*

Por ello, advertimos de que la cinta de bobinado de fibra de vidrio 3M estropeará totalmente el funcionamiento del toroidal. Por tanto, recapitulando, el toroide se envuelve en cinta, extendiéndose el cableado secundario totalmente alrededor del toroide, colocando las vueltas de cable suficientemente separadas con precisión, de forma que los huecos en la parte

exterior del toroide sean exactamente iguales, todo el bloque cableado se cubre de cera y la cera se cubre con una capa gruesa de cinta aislante.



Para la gran mayoría de los sistemas, el cableado secundario es una única capa compacta de cableado con una envoltura completa de cable unipolar de cobre bañado en plata, con aislamiento de teflón, de calibre 16. Habrá unas 133 vueltas de cable en este tipo de bobina, aunque puede variar de 127 a 147 vueltas, debido a las diferentes tolerancias de fabricación en el aislamiento. Necesitará una longitud de cable de unos 100 pies, y la totalidad del toroide queda cubierto en este bobinado secundario. Cuente el número exacto de vueltas en su bobina y tome nota. Este bobinado secundario se mantiene en su sitio con cera derretida, y cuando ésta ha endurecido, se envuelve la bobina con una cinta de buena calidad bien apretada. Esto forma una buena base para los bobinados primarios que se enrollan encima de la capa de cinta.



Por favor, tenga en cuenta que cada bobinado comienza pasando **por encima** del toroide, sigue en el sentido de las agujas del reloj y termina pasando **debajo** del toroide. Cada bobinado se hace de esta forma y es muy importante hacerlo con cuidado y de forma eficiente. Cada bobinado de cable tiene que estar bien tensa y colocada exactamente con vueltas de cable que se toquen una a otra en el centro del toroide y colocadas en la parte externa con exactamente el mismo espacio entre una y otra. Su proceso de construcción tiene que ser mejor que el de un proveedor comercial y tiene que lograr la calidad exigida por el ejército, que costaría miles de dólares para cada toroide si se lo encargase a profesionales.

Los tres primarios tienen que estar bobinados encima de la envoltura de cinta que cubre el bobinado secundario. Estos tres bobinados mantienen la misma distancia entre uno y otro alrededor del toroide, es decir a 120 grados los centros, y los cables del bobinado secundario salen por el hueco entre los bobinados primarios y no en medio de un bobinado secundario. Los bobinados primarios se mantienen en su sitio con cera, y luego se envuelven con cinta bien apretada. Los primarios pueden necesitar más de una capa de cinta, y se bobinan en la misma dirección que el secundario, y con el mismo cuidado para que la distancia entre cada vuelta sea la misma. Tras completar la bobina, se cubre con cinta todo el núcleo, con cinta aislante de PVC bien apretada, para asegurarse que los bobinados primarios no se desplazan y luego se añade una capa externa de cinta de bobinado. Bob utiliza el tipo 1P802YE de 3", en ancho de 1" y 2", suministrado por

<http://www.lodestonepacific.com/distrib/pdfs/tape/1p802.pdf>

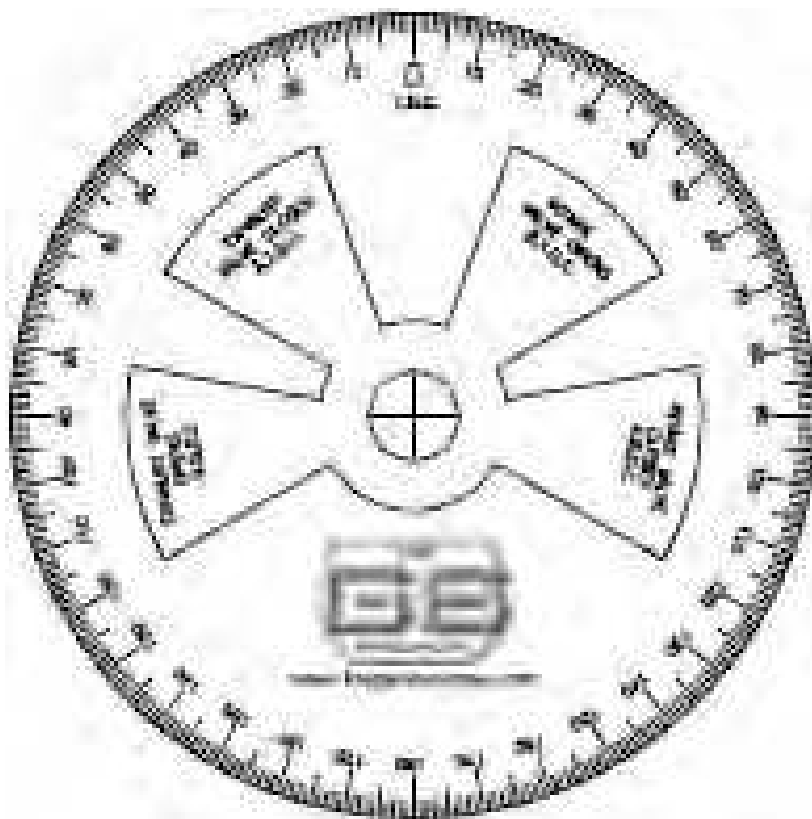
Aquí termina la información genérica. Los detalles precisos de los bobinados primarios tienen que determinarse a partir de las características de funcionamiento de las celdas. Esto significa que tiene que construir, limpiar y acondicionar las celdas antes de llevar a cabo medidas de funcionamiento. Esto se hace de la siguiente forma: Después de limpiar completamente la placa como se describió anteriormente, acondicione las placas hasta que la pila alcance al menos 150%, o mejor 200% o más de la máxima eficiencia de corriente Faraday (2,34 vatios/hora por litro por hora). Luego, deje que la pila se enfríe a temperatura ambiente. Entonces la pila se carga con un suministrador de corriente de voltaje variable y se ajusta el voltaje hasta que la corriente de la celda es exactamente 2 amperios. Apunte el voltaje requerido para dar este flujo de corriente de 2 amperios, y hágalo rápidamente antes de que la celda vuelva a calentarse. El objetivo es hacer que la onda compleja generada por la electrónica, produzca voltajes de aproximadamente 25% de este voltaje, por tanto divida el voltaje requerido por cuatro. El producto de la placa electrónica es de unos 12,4 voltios, así que divida nuevamente por 12,5 para obtener la relación de transformación del transformador toroidal. Normalmente está entre 3,0 y 3,4, y ello significa que el bobinado secundario necesita tener ese número de veces menos vueltas que cada bobinado primario. (Es decir, será preciso dividir el número de vueltas del bobinado primario por la cantidad obtenida, para saber el número de vueltas de cables que precisa el bobinado secundario). Entonces, la relación de transformación sería 155 dividido por 4, que es 38,75, dividido por 12,5, lo que da 3,1. Por tanto, 3,1 sería la relación de transformación. Si su bobinado secundario tiene, por ejemplo, 134 vueltas de cable, el número de vueltas en cada uno de los tres bobinados primarios sería 134 dividido por 3,1, es decir 43,23 vueltas. Puede redondearse en 44 vueltas. Si el número de vueltas que utiliza es una vuelta inferior, el ajuste de la placa electrónica puede compensarlo. Si el número de vueltas primarias es de dos vueltas menos, entonces es posible que tenga que compensar el error ajustando la placa, pero es difícil que pueda conseguirlo. Si el número de vueltas está tres o más vueltas por debajo del número óptimo requerido, en ese caso la impedancia de los bobinados primarios no puede compensarse por la placa.

Normalmente, el diámetro del cable utilizado en los primarios será mayor que el del secundario, porque soportará un voltaje mucho menor y por ello necesitará una corriente mucho más alta, pero no es el caso aquí.

Ahora que ya ha limpiado y acondicionado las placas del electrolizador, conecte su inversor con el motor de su vehículo funcionando a 2000 rpm aproximadamente, y mida la corriente continua que toma el inversor. Este es el nivel de corriente que las bobinas primarias tienen que llevar, por lo que el tamaño del cable puede seleccionarse a partir de esta medida. Cada bobinado primario funciona por pulsos, por lo que no lleva corriente todo el tiempo, además, la corriente primaria final es la suma de las señales de pulsación, por lo que se puede permitir una reducción.

Mientras que el diámetro del cable para los bobinados primarios de cada transformador toroidal necesita ser calculado separadamente, un diámetro común suele ser AWG #20 (21 SWG). La longitud de cable para los primarios será superior por vuelta ya que las vueltas se hacen ahora por encima del bobinado secundario. Cuarenta y ocho vueltas de cable de #20 pueden necesitar al menos treinta y cinco pies para cada uno de los tres bobinados, asumiendo que todas las vueltas puedan colocarse planas una al lado de la otra. Si es necesario hacer un bobinado de doble capa, la longitud de cable requerido aumentará considerablemente. Si quiere disponer de una plantilla de 360 grados para marcar las posiciones de los bobinados primarios, hay una disponible en

http://www.thegsresources.com/files/degree_wheel.pdf



Límites de energía

Actualmente, el toroide de polvo de hierro más grande disponible en el mercado es la unidad de 6,5" de Micrometals. Establece el límite de energía más alto para un electrolizador diseñado según el modelo de Bob Boyce a 34 pulgadas cuadradas de área de placas. El diseño actual de Bob utiliza placas de seis pulgadas cuadradas, pero el nivel del electrolito se mantiene justamente a tres pulgadas y se pierde un pequeño espacio donde las placas entran en las paredes y la base de la carcasa. Esta unidad de placas, cuando se construye con precisión y se acondiciona y pone a punto correctamente,

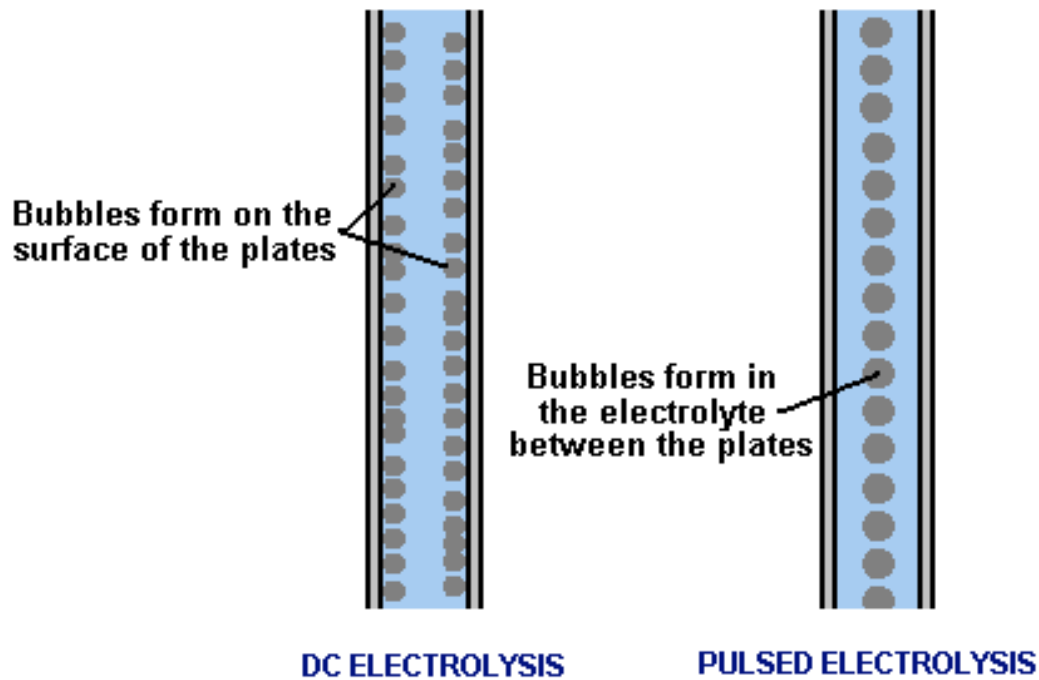
puede generar 50 litros por minuto de forma continua, con cortos periodos de hasta 100 litros por minuto. Esto representa un litro por minuto de gas hidróxido por celda. Esta cantidad debería ser suficiente para hacer funcionar un motor de combustión interna con una capacidad de motor de un litro, pero como los motores varían mucho, no puede haber ninguna norma fija para el nivel de producción de gas requerido para un determinado tamaño de motor.

El voltaje de funcionamiento óptimo para este electrolizador de 101 placas ha sido establecido por Bob en 1,5 voltios por celda. Sin embargo, la limitación de corriente del toroide de 6,5 pulgadas, no evita que se eleve el voltaje. Por tanto, si optamos por utilizar un inversor de 220 voltios en vez del de 110 voltios que hemos descrito anteriormente, en ese caso, se puede duplicar el número de celdas. Esto aumenta la longitud de la carcasa entre veinte y cuarenta pulgadas. Esto debería ser adecuado para utilizar en vehículos con motores de hasta dos litros de capacidad, y la unidad puede colocarse en la plataforma de un camión o en el maletero de un coche, o al lado del generador si se utiliza para dar energía a un generador eléctrico. Los motores de los generadores eléctricos son generalmente muy poco eficientes, con una eficiencia de solamente 10% cuando se considera el generador. Consecuentemente, hacer funcionar un generador únicamente utilizando gas hidróxido no es tan fácil como puede parecer a primera vista. Si se instala un electrolizador en un vehículo, es muy importante que no se coloque ninguna tubería que lleve gas hidróxido en el área de pasajeros, ni se coloque un burbujeador cerca del motor. La seguridad debe ser siempre la prioridad número uno.

Se puede obtener una producción mayor de gas, aumentando el ancho de las placas, mientras se mantiene el área de placas cubierta por el electrolito. Una posibilidad es hacer las placas de un ancho de nueve pulgadas y mantener el electrolito a una profundidad de cuatro pulgadas, obteniendo un área de laminado de treinta y seis pulgadas cuadradas. El tamaño de la placa sería entonces 9" x 6" o cualquier otra altura hasta un máximo de 9" x 9".

La razón por la que el electrolizador de Boyce puede producir hasta 1.200% de la producción máxima determinada por Michael Faraday, es que esta unidad absorbe grandes cantidades de energía del ambiente. De esta forma, el sistema eléctrico del vehículo es utilizado fundamentalmente para dar energía al circuito toroidal de pulso, que aprovecha esta energía, y la conversión de agua en gas hidróxido se lleva a cabo sobre todo utilizando la energía tomada del medio ambiente.

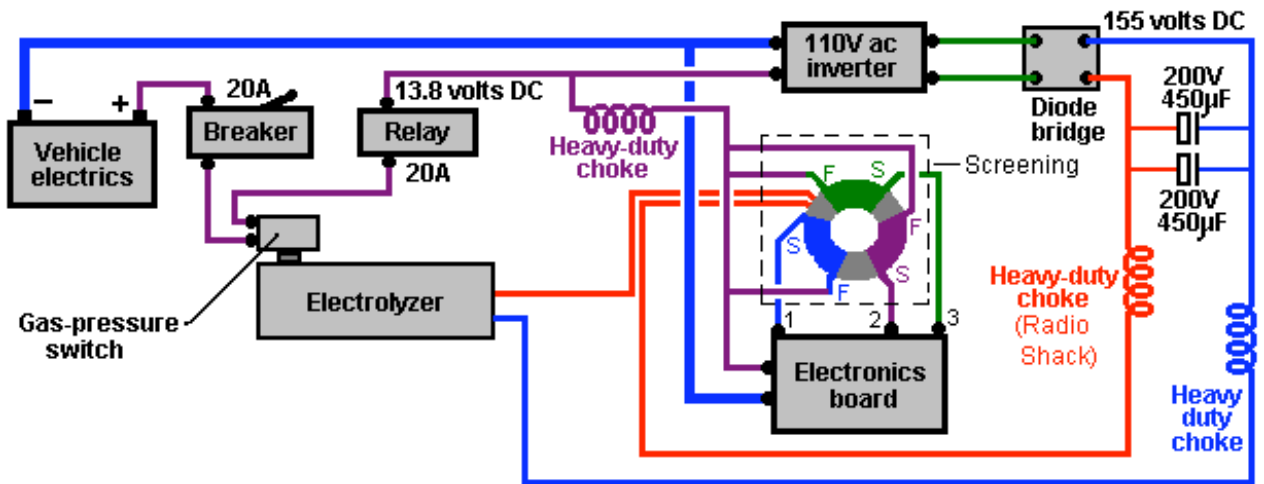
La preparación de la superficie de las láminas es muy importante y ha sido descrita en detalle. Sin embargo, la forma en que funcionan las placas cuando se utilizan para electrolisis de corriente continua es muy diferente de la forma en que funcionan cuando se utilizan en modo pulsación de alta eficacia.



Con la electrolisis directa de corriente continua, las burbujas de gas hidróxido se forman en la superficie de las placas y se rompen, ayudadas por los miles de montañas microscópicas creadas en la superficie de cada placa por el lijado de doble dirección. Con la técnica de pulsos, las burbujas de hidróxido se forman en el propio electrolito, entre las placas y producen el efecto visual de que el electrolito está hirviendo. Hay que tener en cuenta que los grandes volúmenes de gas producidos con los electrolizadores de 101 y 201 placas, se necesita un diámetro de tubería considerable para transportar el gas, e, incluso más importante, los dos burbujeadores utilizados deben de ser grandes. Es importante que las burbujas que suben por el agua en el burbujeador no formen una columna continua de gas hidróxido, ya que ello podría arrastrar una llama a través del burbujeador, fracasando la protección que suele proporcionar. Una buena técnica para combatir esto y mejorar la separación de los humos del electrolito del gas, es poner un gran número de pequeños agujeros en los laterales de la tubería que transporta el gas dentro del agua en el burbujeador. Esto crea un gran número de pequeñas burbujas y es mucho más efectivo.

Conexión del sistema eléctrico

Bob ha especificado que los cableados primarios están conectados entre las salidas de la placa y la entrada positiva de la placa de la siguiente forma:



Es importante incluir cebadores (bobinas) pesados en ambos lados del suministrador de corriente de alto voltaje y en el cable positivo de 13,8 voltios que viene del sistema eléctrico del vehículo.

Estos cebadores pueden adquirirse en Radio Schack en los Estados Unidos, aunque es perfectamente posible cablear estos cebadores sobre piezas de hierro laminadas, sacadas de la estructura de un viejo transformador de alimentación de la red.

Si todo va bien y el interruptor de 20 amperios (o fusible) no está activado, la corriente eléctrica pasa a través del interruptor de presión de gas montado en el electrolizador. Si el nivel de producción de gases es mayor que el requerido por el motor y, como resultado, la presión del gas dentro del electrolizador sube por encima de 5 psi, en ese caso el interruptor de presión de gas desconecta el suministro eléctrico lo que, a su vez, interrumpe la generación de más gas hasta que la presión dentro del electrolizador baje nuevamente y el motor utilice el gas. Si todo está bien, el interruptor de presión del gas se cerrará y la corriente eléctrica pasará a los contactos del interruptor del relé. El relé está cableado de tal forma que sólo se cargará si, y sólo si, el motor está en funcionamiento. Si todo funciona bien y los contactos del relé están errados, la corriente pasa a través del inversor y de la placa electrónica. La salida del inversor es de corriente alterna de 110 voltios, por lo que pasa a través de un puente de diodos que la convierte en corriente continua de pulso con un valor máximo de unos 155 voltios. Este voltaje y la salida del transformador toroidal de la placa electrónica pasan al electrolizador para romper el agua y generar gas hidrógeno. El cable que conecta el negativo del vehículo a la placa electrónica debe de ser muy pesado, porque lleva mucha corriente.

Hay mucha energía almacenada en una batería cargada. Es importante por tanto incluir protección contra cortocircuitos en cualquier nuevo cableado que se añada al vehículo, si el electrolizador va a ser utilizado con un vehículo. La mejor protección global es tener un interruptor automático o fusible conectado en el nuevo cableado inmediatamente después de la batería. Si se produce alguna carga inesperada en cualquier parte del nuevo circuito, éste se desconectará inmediatamente.

Es también importante que el electrolizador esté sólo conectado y en funcionamiento cuando el motor está funcionando. Aunque el interruptor de presión del gas pueda controlar esto, no hay problema en tener una protección adicional mediante la instalación de relé automático estándar en la línea de suministro de energía tal como se muestra en el circuito que aparece más arriba. Esta bobina de relé puede conectarse a través de la bomba eléctrica de combustible, o cablearse de tal forma que se active al conectar el encendido.

Colocación de los elementos electrónicos

Las descripciones y diagramas se han presentado con el objetivo de ayudarles a entender, de forma general, cómo es el electrolizador de Bob Boyce y cómo funciona en líneas generales. Hay detalles prácticos que deberían consultar en el foro de Working Watercar, pues hay gente con experiencia que pueden ayudarles con detalles concretos.

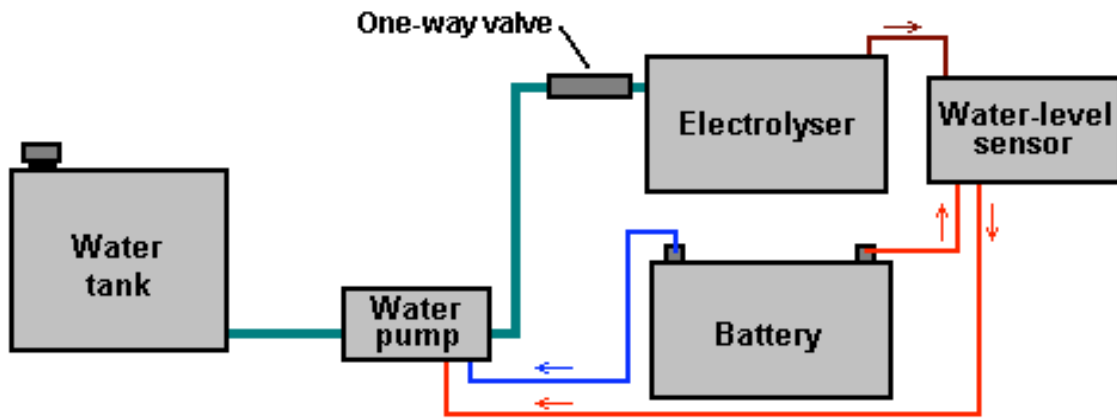
Debe de tenerse en cuenta que las fuertes, rápidas corrientes de pulsión generadas por la electrónica, producen campos magnéticos muy potentes. Estos campos magnéticos pueden distorsionar el funcionamiento del circuito. Estos campos fluyen dentro del núcleo del toroide y esto crea un área de actividad magnética muy reducida en el espacio en el centro del toroide. Por esta razón, sería ideal si la placa del circuito estuviese colocada en esa zona con el toroide a su alrededor. Sin embargo, el tamaño de la placa electrónica no permite hacer esto actualmente, por ello, Bob coloca el toroide dentro de una carcasa circular hecha a la medida, algo así como una lata de galletas de aluminio, que funciona como una “Caja (jaula) Faraday” como protección contra los campos magnéticos producidos.



Suministro del agua

El hidróxido de potasio no se gasta completamente cuando funciona el electrolizador. Una pequeña cantidad abandona el electrolizador en forma de vapor, pero se saca del gas en el primer burbujeador. Se utilizan dos burbujeadores, el primero está colocado cerca del electrolizador conectado a él mediante una válvula de dirección única. El segundo burbujeador está colocado cerca del motor. De vez en cuando, el agua de los burbujeadores se vierte otra vez al electrolizador y eso evita la pérdida de hidróxido de potasio. Esta operación sirve no sólo para conservar el hidróxido de potasio, sino también para proteger el motor, ya que el hidróxido de potasio tiene un efecto muy negativo dentro del motor.

El sistema de agua funciona con en este esquema general, omitiendo los aparatos de seguridad eléctrica:



Un testor colocado dentro del electrolizador capta cuando el nivel medio del electrolito ha disminuido y activa la bomba de agua para inyectar más agua en el electrolizador.

El nivel de producción del gas es tan alto con el sistema de pulsación, que el nivel del electrolito se coloca a aproximadamente la mitad de la altura de la placa. Esto es unas tres pulgadas por debajo de la parte superior de las placas. Mediante esta acción violenta, el sensor de nivel del agua necesita ser activado desde el electrolito fuera de las placas, donde la superficie del electrolito no se mueve de forma tan violenta.

Un tema importante con un electrolizador de este tipo es el de la pérdida de agua. Ya que las placas tienen que estar colocadas muy cerca unas de otras y dado que el electrolito entre las celdas está efectivamente aislado del electrolito en las otras celdas, conducir una milla carretera abajo puede provocar un descenso del nivel de agua de media pulgada (es decir, un centímetro). Es esencial seguir reemplazando el agua a medida que se va utilizando.

Hay que solucionar dos cuestiones:

1. Controlar cuando baja el nivel del electrolito
2. Crear algún sistema para llevar agua extra a cada celda.

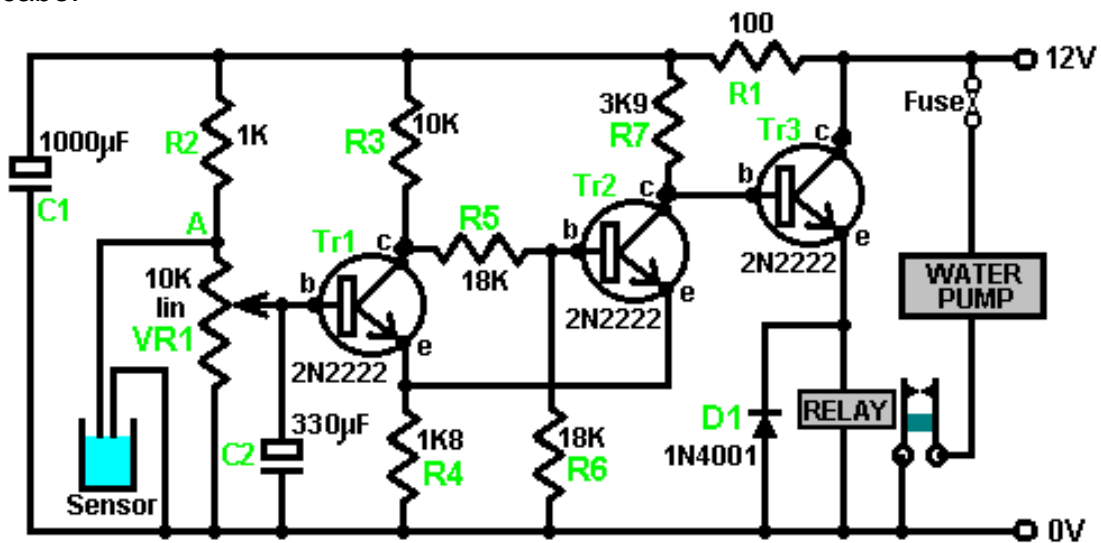
La electrónica sencilla proporciona la solución para controlar el nivel del electrolito y se puede utilizar una bomba de agua del limpiaparabrisas para añadir agua.

Para controlar el agua en las celdas, puede colocarse simplemente un sensor en una de las celdas. Si el nivel de agua en una de las celdas baja por debajo del nivel en las demás, el gas producido en esa celda será ligeramente inferior al de las otras celdas, por lo que perderá menos agua hasta que el nivel de agua se equilibre nuevamente.

Bob también recomienda hacer las ranuras 3 milésimas de pulgada (=,003" o 0,075cms.) mayores que el grosor real de las placas de metal. Esto bloquea de

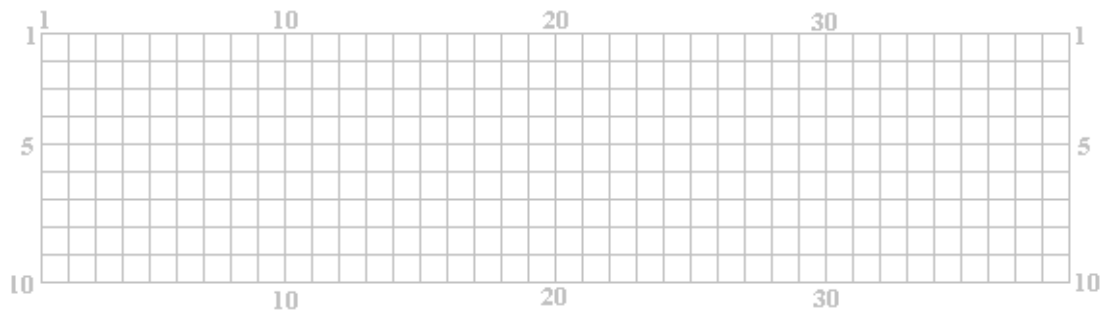
forma efectiva la pérdida eléctrica ente las celdas adyacentes pero permite una migración de agua muy gradual entre las celdas para ayudar a mantener una superficie de agua en la celda.

El sensor de nivel de agua puede ser simplemente un cable rígido de acero inoxidable por cada lado de cualquier celda. Estos cables deben de estar aislados para asegurarse de que no provocan un cortacircuito en alguna (o ambas) de las placas situadas a cada lado de los mismos. Deben de estar colocados de forma que sus extremos estén al nivel de superficie del electrolito. Si el nivel del electrolito cae por debajo del extremo de los cables sensores, entonces la resistencia entre los cables disminuirá, indicando que se necesita más agua. Esto puede poner en marcha la bomba de agua, lo que elevará el nivel de agua hasta que el nivel del electrolito alcance el extremo del cable nuevamente. A continuación se muestra un posible circuito para llevar esto a cabo:

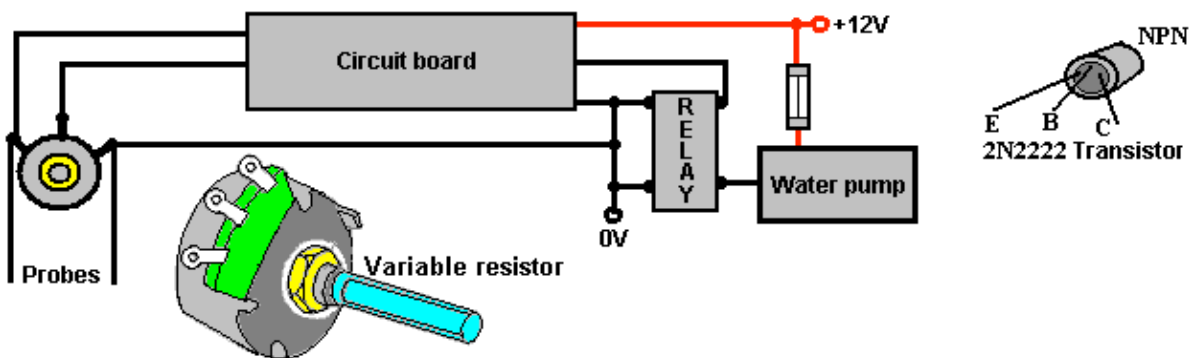
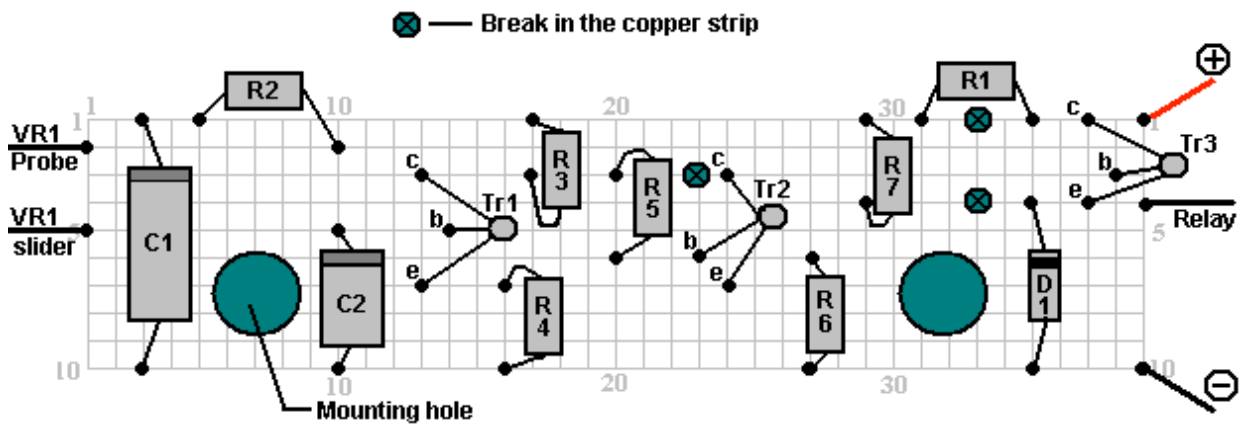


Cuando el nivel del electrolito desciende, los cables sensores se liberan del líquido y el voltaje del punto A sube. Si esta situación se mantiene por un segundo o dos, el condensador C2 se carga y se eleva el voltaje de la base del transistor Tr1, hacienda que se conecte. Los transistores Tr1 y Tr2 están conectados a un disparador Schmitt, por lo que el transistor Tr2 cambia de estado rápidamente, elevando el voltaje en su colector, y haciendo que el transistor Tr3 ponga en marcha el relé. Los contactos del relé ponen en marcha la bomba de agua, que sube el nivel de la unidad del electrolito hasta que alcance nuevamente los cables del sensor. Esto lleva nuevamente al circuito al estado de standby (estado de espera), desconectando la bomba de agua. La resistencia R1 alimenta el condensador C1 para reducir los efectos de las variaciones de voltaje que pudieran alcanzar al circuito sensor. Los componentes mostrados aquí no son críticos y deben de existir al menos veinte diseños alternativos para este circuito.

A continuación se muestra un posible diseño para este circuito. La construcción se basa en utilizar el eje standard 10 y la placa eje de 39 agujeros. Por mayor facilidad al hacer el dibujo, los agujeros están representados como puntos donde las líneas se cruzan en el diagrama:

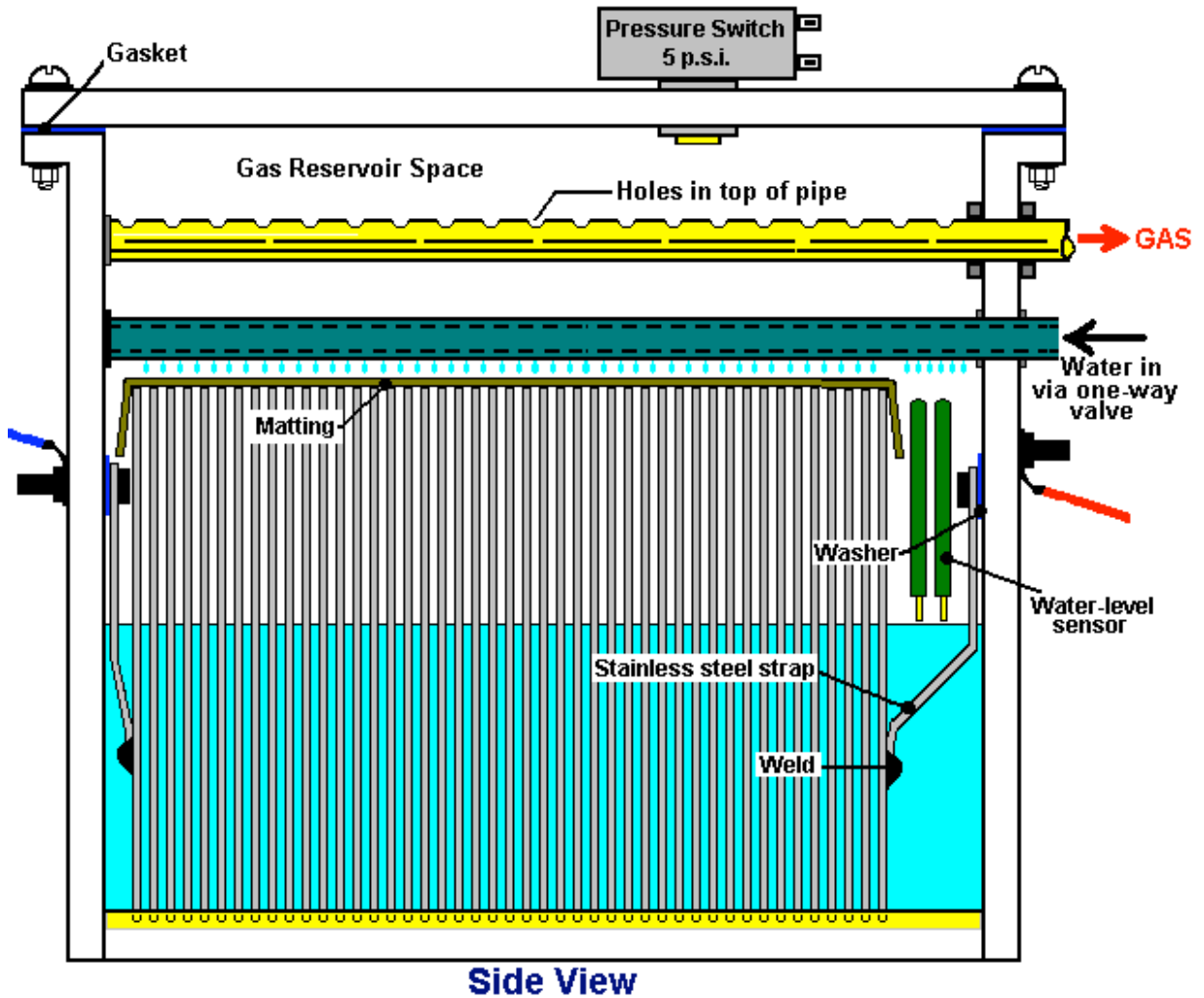


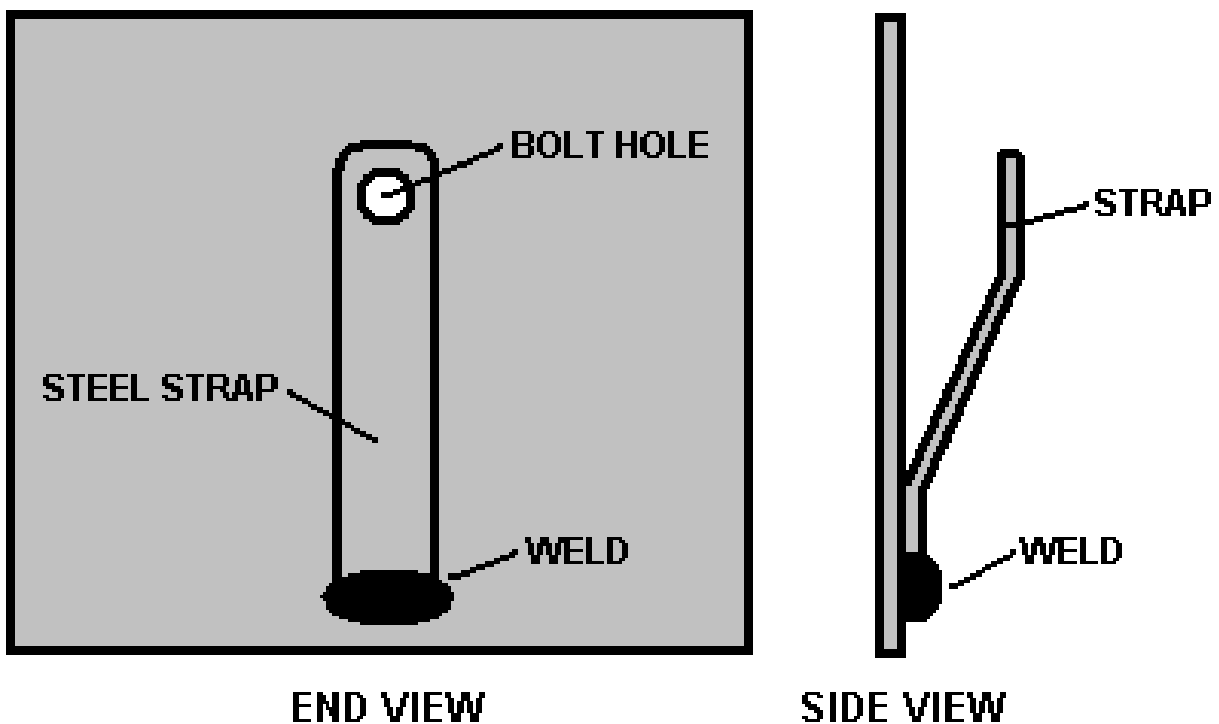
Las líneas horizontales representan las tiras de cobre y las intersecciones con las líneas verticales representan la matriz de los agujeros. Se pueden utilizar muchos planos diferentes para este circuito, por lo que este diagrama es sólo una sugerencia:



Componentes:

- R1 100 ohms C1 1000 microfaradios 35 voltios o más
- R2 1,000 ohms C2 330 microfaradios 35 voltios o más
- R3 10,000 ohms
- R4 1,800 ohms D1 1N4001 o similar 100 voltios o más 1 amperio
- R5 18,000 ohms
- R6 18,000 ohms Tr1 a Tr3 2N2222 or 2N2222A o similar
- R7 3,900 ohms 40V, 800 mA, 500 mW, ganancia de 100 – 300

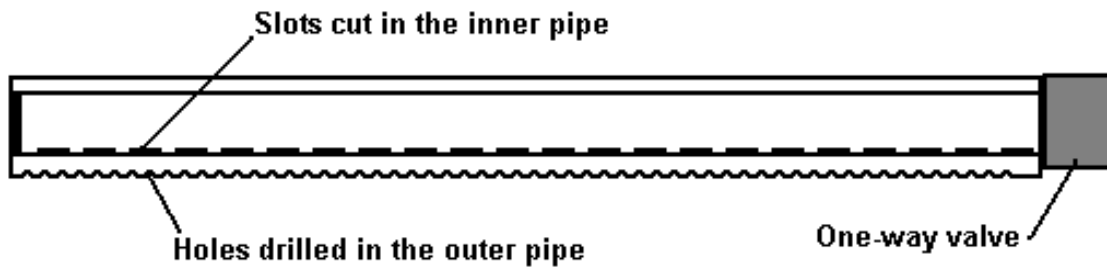




Para proteger de las salpicaduras de electrolito, se coloca una capa de estera de acuario encima de la parte superior de las placas. En el diagrama superior, sólo se muestran unas pocas de las 101 placas, a fin de mantener el dibujo suficientemente estrecho para que pueda caber en la página. Las placas de cada extremo tienen una correa de acero inoxidable soldada para permitir que se puedan hacer conexiones eléctricas sencillas y fuertes a través de la carcasa.

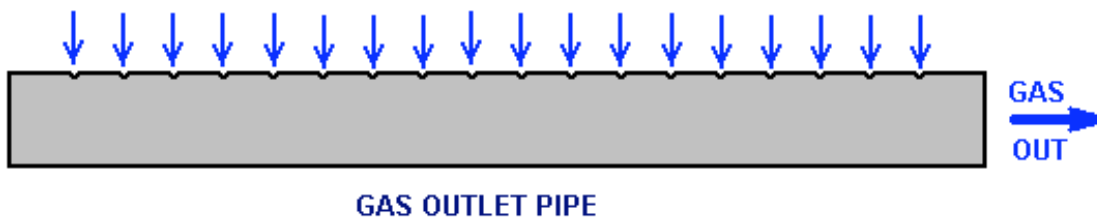
Se organiza el suministro de agua de forma que llegue cantidades iguales de agua a cada celda. El diseño de esta tubería de suministro ha sido mejorado recientemente por Ed Holdgate y Tom Thayer, quienes disponen actualmente de una tubería que cumple las exigencias de la carcasa que fabrican para el modelo de Bob. El nuevo modelo tiene una tubería de suministro de agua con ranuras muy precisas. Las longitudes de las ranuras están directamente relacionadas a la distancia en que están colocadas en la tubería. Es objetivo es tener la misma cantidad de agua saliendo de cada ranura, incluso cuando la presión del agua desciende cuanto más lejos están situadas en la tubería.

Esta tubería de suministro de agua se coloca en otra tubería externa que tiene un agujero taladrado exactamente por encima de los cuerpos del electrolito atrapados entre las placas (un espacio de 3/16"):



WATER SUPPLY PIPE

Este sistema de tubería para suministro de agua funciona bien en la práctica y es muy similar a la tubería de salida de gas que tiene una serie de agujeros taladrados a lo largo de toda su parte superior.

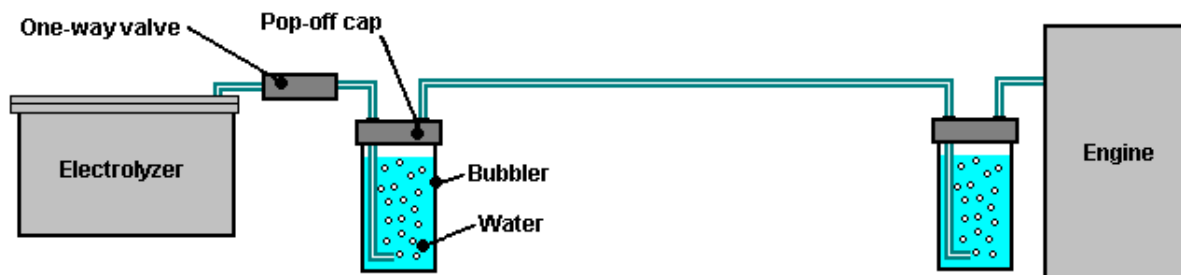


Este diseño funciona bien porque permite que fluya fuera de la celda un gran volumen de gas, y hace difícil que las salpicaduras de electrolito entren en la tubería.

Conexión con el motor:

La forma en que se maneja el gas que sale del electrolizador es muy importante.

Es vital que no haya posibilidad alguna de que se prenda el gas de dentro del electrolizador y cause una explosión. En primer lugar, para evitar presión, se coloca una válvula de dirección única inmediatamente después del electrolizador.



Se puede obtener más información en varios foros:

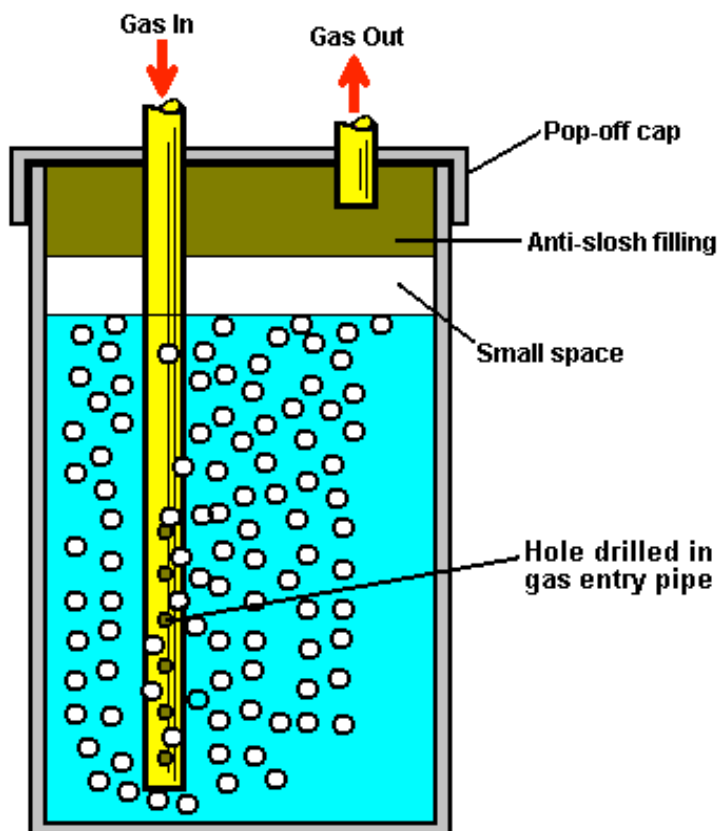
<http://tech.groups.yahoo.com/group/WorkingWatercar/?yguid=274961312>

<http://tech.groups.yahoo.com/group/Hydroxy/?yguid=274961312> and

<http://tech.groups.yahoo.com/group/watercar/?yguid=274961312>

Cuestiones prácticas

Independientemente de qué variedad de celda de electrolizador se utilice, es imprescindible colocar un burbujeador entre el electrolizador y la entrada del motor. Esto se hace para evitar que un encendido accidental del gas pueda alcanzar la celda de electrolisis. Además, no debe de hacerse funcionar ni probar ningún electrolizador en un espacio cerrado. Y ello porque el gas es más ligero que el aire, por lo que cualquier escape de gas hará que el gas se acumule en el techo, donde puede provocar una gran explosión activado por la más pequeña chispa (por ejemplo la chispa generada cuando se enciende o apaga un interruptor de luz). El gas hidrógeno se escapa muy fácilmente y sus átomos son muy, muy pequeños y pueden filtrarse por cualquier grieta diminuta e incluso directamente a través de materiales sólidos. El testeo de los electrolizadores debe de efectuarse al aire libre o, por lo menos, en locales muy bien ventilados. Utilizar al menos un burbujeador es una medida absolutamente vital de seguridad. Un burbujeador típico tiene este aspecto:



La construcción del burbujeador es muy sencilla. Puede ser de cualquier tamaño y forma, siempre que la salida del tubo de entrada tenga al menos cinco pulgadas (125mm) de agua por encima. Frecuentemente se construyen de plástico y los componentes son fáciles de encontrar. Es muy importante que se haga un buen sellamiento de las juntas en los puntos en que todas las tuberías y los cables entren en cualquier contenedor que contenga gas hidróxido. Esto incluye el burbujeador, por supuesto. Las unidades de 101 láminas de Bob Boyce producen hasta 100 lpm de gas, por lo que necesitan tuberías de gas de diámetro ancho para llevar este volumen y los burbujeadores tienen que ser también grandes. Es asimismo una buena idea, taladrar agujeros adicionales en la tubería de entrada, desde medio camino por debajo de la superficie del agua, a fin de crear un número mayor de pequeñas burbujas. El relleno anti chapoteo de la tapa es para prevenir que el agua del burbujeador salpique a la tubería de salida y entre en el motor. Se han utilizado diferentes materiales para este relleno, incluido lana de acero inoxidable y estropajos de plástico. El material tiene que evitar, o al menos minimizar, el paso de agua, mientras que, al mismo tiempo, permite que el gas fluya libremente.

Insistimos en que este documento NO recomienda que usted construya directamente ninguno de los elementos que se presentan en el mismo. El gas hidróxido producido por electrolisis de agua es extremadamente peligroso, explota de forma instantánea y no puede almacenarse de forma segura, por lo que este documento es estrictamente informativo.

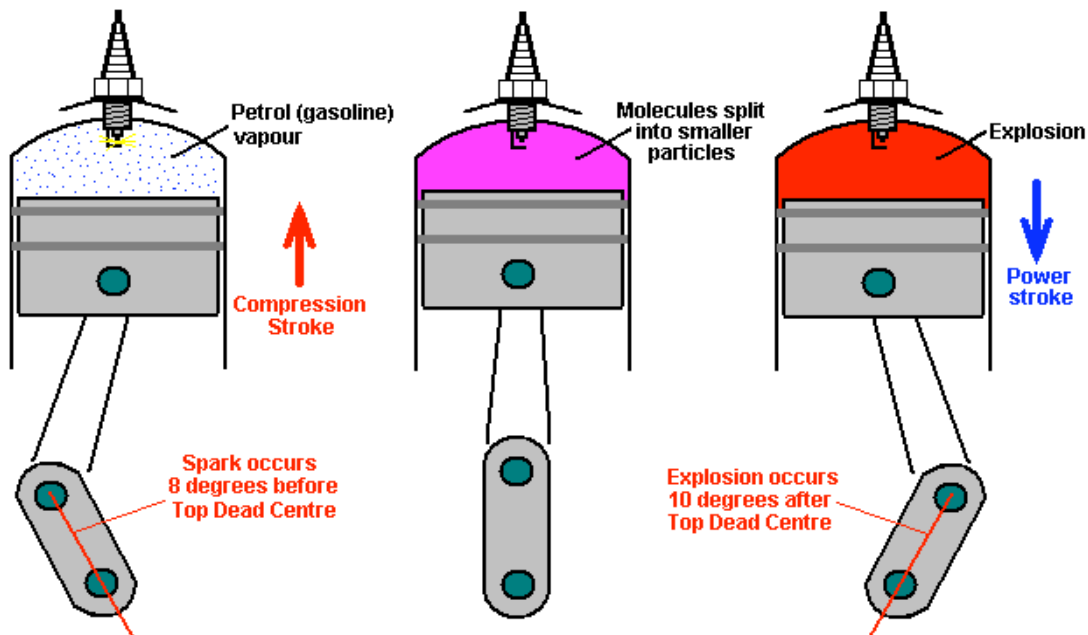
Sin embargo, para entender el proceso completamente, es preciso tener en cuenta de forma cuidadosa todos los detalles que se ofrecen a continuación, si alguien decide llegar a construir uno de estos aparatos de celdas de alto voltaje. Existe una considerable diferencia entre una mezcla de gases de hidrógeno y oxígeno (hidróxido) y el vapor de petróleo (gasolina). Aunque ambos sirven para ser utilizados como combustible para que un motor de combustión interna, tienen diferencias considerables.

Una gran diferencia es que el gas hidróxido se quema mucho más rápidamente que el vapor de gasolina. Eso no sería un problema si el motor fuese construido originalmente para utilizar gas hidróxido como combustible. Sin embargo, la mayoría de motores existentes están preparados para funcionar con combustibles fósiles. Si se utiliza gas hidróxido para mejorar la calidad de combustión y mejorar el rendimiento de un vehículo, generalmente no es necesario hacer ningún tipo de ajustes de tiempo. Sin embargo, todos los coches modernos de los Estados Unidos vienen provistos de un Controlador de Mezcla Electrónica y si no se modifica, puede producirse un descenso en el rendimiento, pues este controlador puede empezar a enviar más cantidad de combustible al motor, cuando percibe un cambio en la calidad de la combustión. Se puede encontrar buena información sobre cómo solucionar este problema en el siguiente enlace:

<http://better-mileage.com/memberadx.html>, que incluye detalles sobre cómo tratar este problema del controlador, o en el documento "D17.pdf" que forma parte de esta serie de documentos.

Si un motor funciona sin combustibles fósiles en absoluto, es necesario hacer ajustes de temporización.

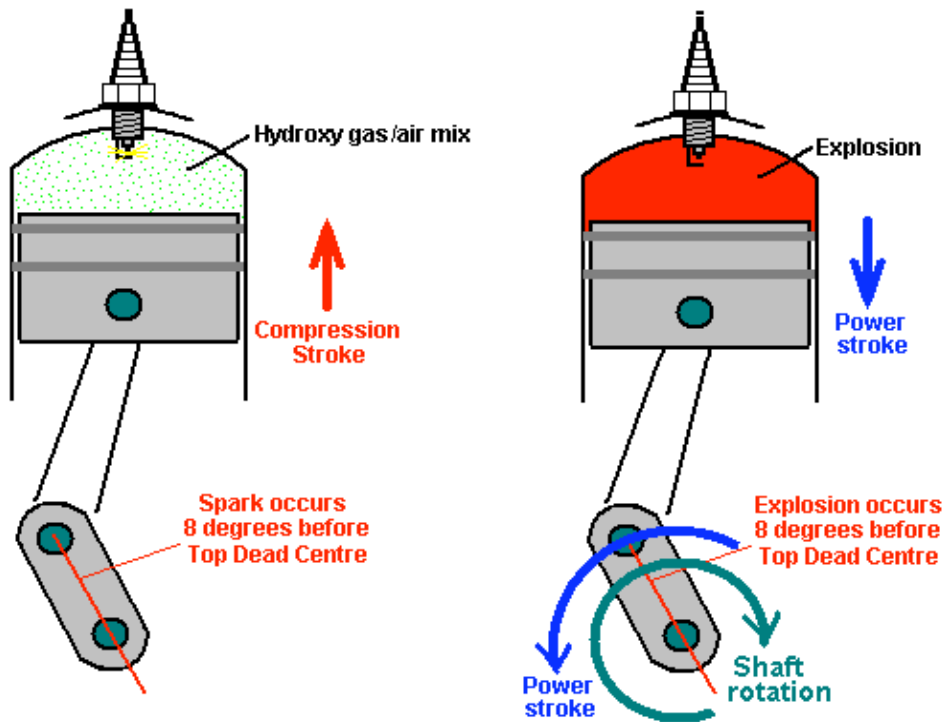
Los combustibles de hidrocarburo tienen moléculas grandes que no se queman suficientemente deprisa para ser eficientes dentro del cilindro de un motor. Lo que sucede es que durante la primera fracción de un segundo tras el encendido de la chispa, las moléculas del interior del cilindro se descomponen en partículas mucho más pequeñas, y estas partículas minúsculas arden tan deprisa que se puede describir como una explosión



A causa del tiempo necesario para la conversión de las moléculas de hidrocarburo en partículas más pequeñas, se hace que la llama se produzca antes del punto muerto superior. Mientras que las moléculas se están dividiendo, el pistón pasa su punto más alto y el cigüeñal está algunos grados por encima del punto muerto superior, antes de que la presión de impulso se coloque en la cabeza del pistón. Esta fuerza de impulso refuerza entonces la rotación del cigüeñal en la dirección de las agujas del reloj, tal como se muestra en el diagrama y el motor funciona suavemente.

Esto no sucede si la mezcla de gas hidrógeno/aire se sustituye por vapor de gasolina.

El gas hidrógeno tiene moléculas de tamaño muy pequeño que no necesitan ningún tipo de fracturación en otras más pequeñas, y arden instantáneamente con fuerza explosiva. El resultado se muestra aquí:



Aquí, la explosión es casi instantánea y la explosión intenta forzar el pistón **hacia abajo**. Desgraciadamente, el cigüeñal está tratando de impulsar el pistón **hacia arriba** por encima del punto muerto máximo (TDC), por lo que la explosión no contribuirá al funcionamiento del motor. En vez de ello, la explosión parará la rotación del cigüeñal, sobrecargará el cigüeñal y el cojinete de biela y producirá una presión excesiva en la pared del cilindro.

No queremos que pase esto. La solución es retrasar la chispa hasta que el pistón haya alcanzado la posición en su rotación donde queremos que se produzca la explosión, es decir, exactamente el mismo lugar en que se produce utilizando gasolina como combustible.

En el ejemplo anterior, la chispa podría retrasarse de 8 grados antes del punto muerto superior (TDC) a 10 grados después del TDC, o 18 grados en total. La chispa es "**retrasada**" porque tiene que producirse **más tarde** en la rotación del cigüeñal. La cantidad de retraso puede variar de motor a motor, pero con el gas hidróxido, la chispa nunca debe de producirse antes del punto muerto superior, y es preferible que el cigüeñal haya rotado algunos grados más allá de dicho punto, de forma que la mayor parte del empuje del pistón vaya dirigido a girar el cigüeñal y lo menos posible a comprimirlo.

Motores diesel

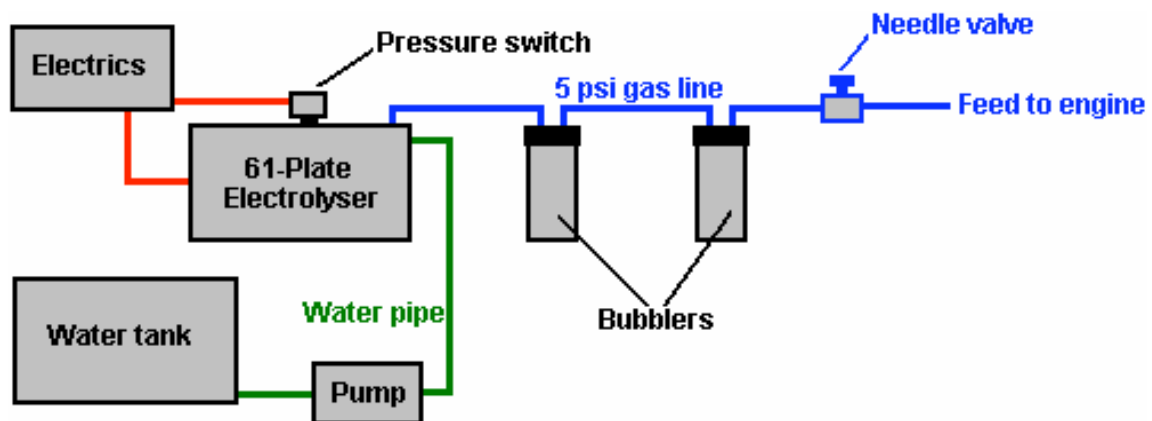
Los motores diesel no tienen bujías y por lo tanto no es necesario hacer modificaciones temporales. Cualquier volumen de refuerzo de gas hidróxido, hasta un 80% del contenido del cilindro, puede añadirse al aire que entra en un motor diesel y automática mejora el rendimiento mpg del vehículo. Si se dispone de un volumen de gas hidróxido realmente grande, se programa el

motor diesel para ponerse en marcha con diesel y luego se añade gas hidrógeno para acelerar el motor y proporcionarle potencia. La cantidad de gas hidrógeno no debe de exceder cuatro veces la cantidad de diesel porque el motor se calentaría en caso contrario.

Roy McAlister ha estado utilizando motores de combustión interna con hidrógeno y muchas mezclas de hidrógeno y otros combustibles durante cuarenta años. Aconseja a quienes se interesen por implementar un sistema similar que comiencen con un motor de un solo cilindro o cinco caballos o menos. De esa forma, se aprenden las técnicas fácilmente y se obtiene experiencia en cómo tunear motores sencillos para funcionar con un nuevo combustible. Por tanto, supongamos que vamos a convertir un pequeño motor de un generador. ¿Cómo lo hacemos?

Primero, obtenemos nuestro suministro del nuevo combustible. En este caso, supongamos que vamos a producir gas hidrógeno utilizando un electrolizador de múltiples celdas de alto voltaje en serie, tal como se ha descrito anteriormente. Esta unidad tiene un cortacircuito eléctrico activado mediante una clavija de presión que funciona a, digamos, cinco libras por pulgada cuadrada. Asumiendo que el electrolizador es capaz de producir un volumen suficiente de gas, es aproximadamente equivalente a una botella de hidrógeno con sus reguladores de presión.

En líneas generales, el suministro de gas sería de esta forma:



La conexión física al motor es mediante una tubería de acero inoxidable de 6 mm (1/4 de pulgada), equipada con una válvula de aguja standard con botón giratorio. El carburador se quita completamente para permitir el máximo flujo de aire en el motor (o, si esto falla, se abre al máximo la válvula de aguja del carburador y se mantiene en esa posición).

Se reduce aún más el diámetro de la tubería de gas de acero inoxidable, utilizando una boquilla con un diámetro interno de 1mm aproximadamente (1/15 pulgadas o menos), aproximadamente el tamaño de una aguja hipodérmica de

las utilizadas en veterinaria). El gas hidróxido tiene moléculas muy pequeñas que pueden pasar fácilmente a través de aperturas muy pequeñas. Se coloca el extremo de la boquilla cerca de la válvula de entrada y se coloca la tubería de alimentación del gas bien sujeta de forma que se asegure que no hay ningún movimiento.



Cuando se está a punto de poner el motor en marcha, la válvula de aguja puede ajustarse para dar un nivel adecuado de flujo de gas para mantener la aceleración, pero antes de que eso pueda suceder, hay que ajustar la temporización de la chispa. Hay dos formas de ajustar la temporización. La primera es mecánica, cuando se hace un ajuste al mecanismo que dispara la chispa. Algunos pequeños motores pueden no tener una forma adecuada para ajustar la temporización en la medida en que se necesita.

La segunda forma es retrasar la chispa mediante un circuito electrónico ajustable (por ejemplo, un monoestable NE555 que impulsa un FET). Eso puede construirse o comprarse ya hecho. Hay diferentes suministradores que ofrecen unidades de retraso de puesta en marcha de control manual que pueden montarse en el salpicadero. Uno de ellos es:

<http://www.msdisignition.com/1timingcontrols.htm>

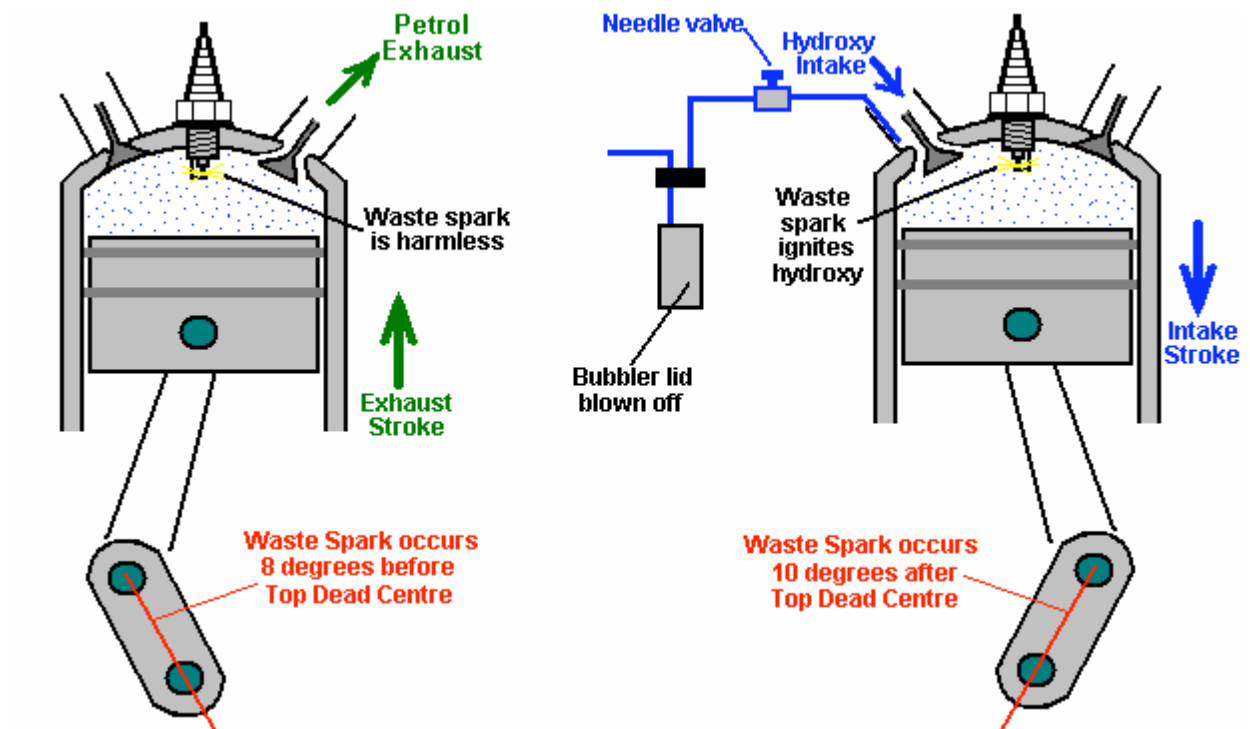
Chispa sobrante

Hay un tema muy importante respecto a los motores pequeños, y es la forma en que se genera la chispa. Con un motor cilíndrico de cuatro tiempos, el cigüeñal rota dos veces por cada tiempo (o carrera de trabajo). La bujía sólo necesita encenderse cada segunda vez que el pistón alcanza su posición más alta en el cilindro. Esto no es particularmente conveniente para los fabricantes

de motores, por lo que algunos simplifican el tema generando una chispa en cada revolución. La chispa extra no se necesita, y no aporta nada al funcionamiento del motor, por lo que se llama “chispa sobrante”. La chispa sobrante no es importante en un motor que funcione con combustible de vapor de gasolina, pero resulta **muy importante** si funciona con gas hidróxido.

Tal como se ha mostrado en los diagramas anteriores, es necesario retrasar la chispa unos dieciocho grados aproximadamente cuando se utiliza gas hidróxido, debido a su mayor rapidez de encendido. Retrasar el punto de encendido del gas hidróxido hasta el punto muerto máximo, soluciona la situación de una forma totalmente satisfactoria en el caso de los motores de cuatro tiempos. Sin embargo, si el motor genera una chispa sobrante, ésta provoca un serio problema.

En el caso de un combustible fósil, cualquier chispa sobrante se producirá hacia el final del tiempo de escape de gases y no tendrá efecto real (más allá de la pérdida de energía eléctrica). En caso de combustible hidróxido, el motor ha completado la expulsión de gases, la válvula de salida se ha cerrado, la válvula de entrada se ha abierto, y el gas está siendo conducido dentro del cilindro, a través de la válvula de entrada abierta, durante el tiempo de aspiración. En ese momento, hay un paso abierto desde la bujía, a través del cilindro, a través de la válvula de entrada abierta, hasta la tubería de suministro de gas y, a través de ella, hasta dentro del burbujeador entre el electrolito y el motor. Si se produce una chispa sobrante, **prenderá** el gas:

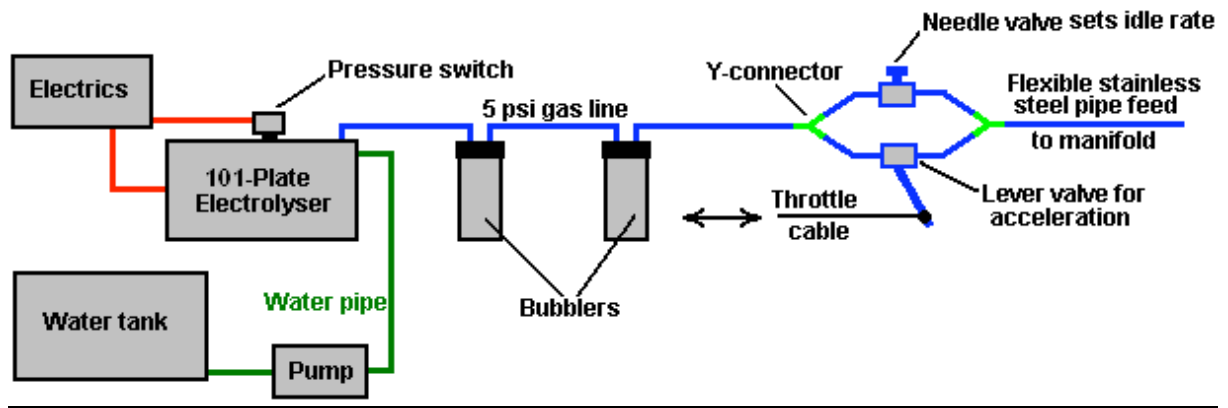


Es muy probable que se prenda el gas si se produce una chispa sobrante en un motor que esté utilizando combustible hidróxido y el encendido retrasado que es necesario. Tratar de eliminar la chispa sobrante utilizando un circuito de contador electrónico "dividido por dos", no suele dar buenos resultados, a menos que exista algún sistema mecánicamente seguro, para disparar el circuito del contador al arrancar. La mejor forma de superar los problemas de una chispa sobrante, si el motor la tiene, es utilizar una solución de engranaje 2:1 en el eje (árbol) de salida del motor y utilizar el eje más lento para disparar la chispa.

Los motores multicilíndricos no suelen tener chispa sobrante. También es posible utilizar un contacto desde el árbol de levas, o directamente desde un vástago de la válvula. También se ha sugerido que utilizar un interruptor de presión en el sistema de escape sería efectivo, y otra sugerencia es retrasar el tiempo de apertura de la válvula de entrada hasta que se haya producido la chispa sobrante, aunque esto puede provocar mucho más ruido en el motor.

Cuando se ha conseguido cierta experiencia en el funcionamiento con hidróxido de un motor de un solo cilindro, no es difícil pasar a utilizar un motor de mayor tamaño. Cada cilindro del motor más grande es muy similar al motor pequeño. En vez de introducir un pequeño tubo en la entrada del carburador de cada cilindro es más conveniente y económico utilizar el colector de admisión existente, dejar el acelerador completamente abierto y colocar la tubería de gas hidróxido en el colector de admisión. Se debe utilizar una tubería de acero inoxidable flexible para absorber la vibración del motor relativa al electrolizador. Roy McAlister sugiere utilizar una válvula de aguja con botón de rosca para situar la velocidad de ralentí en unas 1.000rpm y colocar una válvula de purga controlada por el acelerador, en paralelo con ella, para aplicar más fuerza al motor.

No resulta inmediatamente claro por qué se recomienda esta solución si la válvula de aguja con tapón de rosca utilizada para controlar el ralentí parece ser innecesaria. No parece existir ninguna razón particular por la que no se pudiera utilizar un ajuste por medio de tornillo en la válvula de aguja conectada al pedal del acelerador del vehículo. Si se hiciera eso, el tornillo del acelerador podría utilizarse para controlar el nivel de ralentí y el tornillo colocado en posición. De esa manera, se podría prescindir de la válvula de aguja y los dos conectores en forma de Y. La única posible razón podría ser que se necesita una construcción física ligeramente menor para el método recomendado que se muestra a continuación:



Un proveedor de tubería flexible adecuada para este tipo de trabajo es: <http://www.titeflexcommercial.com>, pero puede haber otros.

Límites en el tamaño de los motores

Un electrolizador modelo Boyce de 101 placas bien construido, bien limpio y acondicionado, produce aproximadamente 50 litros por minuto de gas hidrógeno de forma continua, cuando se tunea de forma adecuada y puede mantener cortos periodos de hasta 100 litros por minuto de producción. No es realmente posible decir cuánto gas hidrógeno es necesario para hacer funcionar un motor determinado puesto que los requisitos de energía varían mucho de motor a motor, incluso aunque puedan tener la misma capacidad.

Sin embargo, en cifras muy generales, no sería infrecuente que un motor de 2 litros de capacidad pueda funcionar de forma satisfactoria con 100 litros por minuto de gas hidrógeno. Por favor, tengan en cuenta que cuando se trata de niveles de flujo de 100 litros por minuto o superiores, es esencial utilizar una tubería de diámetro amplio (digamos, una pulgada de diámetro) a partir del electrolizador. Además, los burbujeadores tienen que ser grandes. Es esencial evitar cualquier posibilidad de que se formen grandes burbujas de gas hidrógeno formando un camino continuo a través del agua del burbujeador, porque ello permitiría que pasase un frente de llama directamente a través del agua del burbujeador que es exactamente lo que el burbujeador tiene que evitar. Por tanto, no escatimen en el tamaño de los burbujeadores, especialmente porque estarán solamente llenos a medias cuando el nivel de flujo de gas sea muy alto.

Bob Boyce explica los límites presentes en la producción de gas de la siguiente forma:

La impedancia del núcleo de toroide de "Micrometals T650" alcanza el máximo a 36 pulgadas cuadradas por lámina, y es posible utilizar un electrolizador grande, de 201 placas, puesto en marcha con doble voltaje. El problema es que no podemos incrementar la densidad de corriente, pues ello aumentaría la temperatura del toroide, lo que disminuiría la permeabilidad.

Sin embargo, podemos aumentar el voltaje sin preocuparnos por la subida de temperatura del toroide, por lo que llegar a 240 voltios de corriente alterna no es un problema.

Un electrolizador de 201 placas podría conseguir 200 litros por minute, lo que sería suficiente para hacer funcionar un motor de 3 a 4 litros. Idealmente, un electrolizador de ese tipo tendría una placa base del microprocesador del controlador, porque ello generaría una velocidad de transición de pulsación más rápida que la placa de circuito actual. Un electrolizador de ese tipo necesitaría un modelo de carcasa revisado para instalar placas de acero inoxidable de 6 pulgadas de ancho por 6 de alto. El nivel del electrolito se instalaría a una profundidad de 4 pulgadas, dando las mismas 36 pulgadas de área activa de placas.

Un electrolizador de 101 placas mide unas 20 pulgadas de longitud. Una unidad de 201 placas mediría unas 40 pulgadas de largo y encajaría en el maletero de un coche o la parte trasera de una camioneta. Esto significa que nos queda más potencial en el toroide "T650", sin que sea necesario buscar un toroide de mayor tamaño.

Un toroide de 8 pulgadas con unidad de 101 placas pueden hacer funcionar un motor de hasta 4 litros de capacidad. Un toroide de 10 pulgadas con una unidad de 101 placas puede hacer funcionar un motor de 5 litros. En estos casos, la superficie de las placas sería superior de 6" x 6", porque con un toroide de mayor tamaño, la corriente puede aumentarse sin sobrecalentar el toroide ni disminuir su permeabilidad.

La información de Micrometals es que su prensa hidráulica puede fabricar toroides de hasta 8 pulgadas de diámetro, pero la tasa de éxito disminuye a medida que aumenta el diámetro. La tasa de éxito en la producción de toroides de 6,5 pulgadas de diámetro se debe a que resultan más económicos. Para diámetros mayores, el coste del superior nivel de fallo repercute en el costo final que deben pagar los compradores.

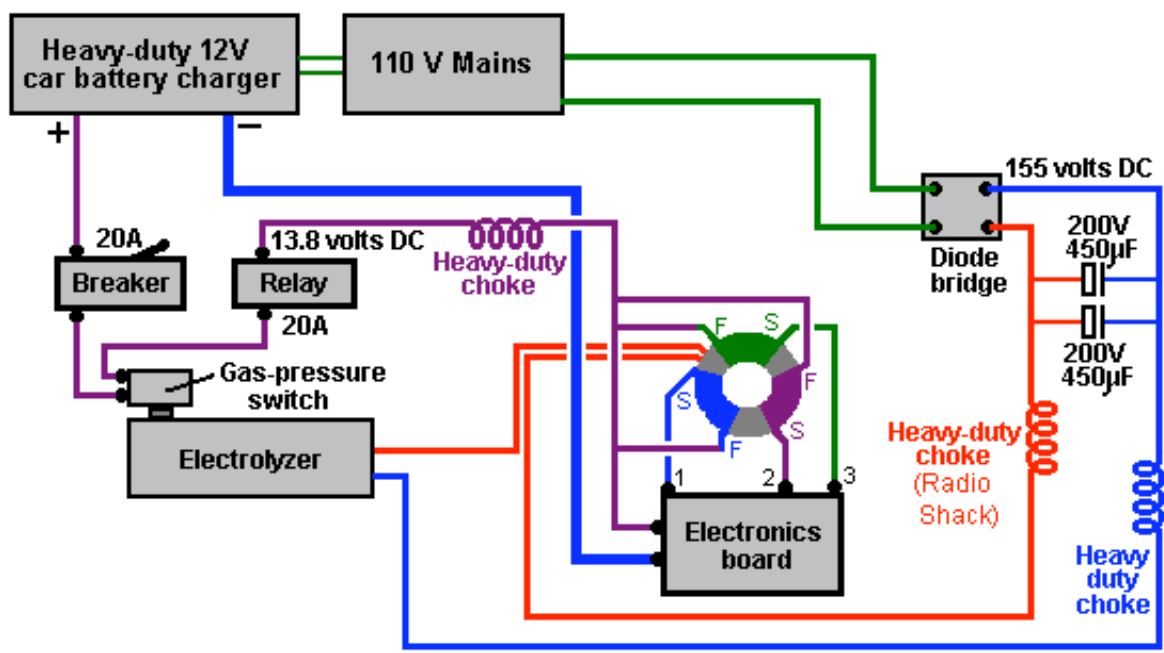
Hay información de que existe un pequeño grupo canadiense que está trabajando con cubetas de 5 galones de estériles de mina para extraer materiales de alta permeabilidad, que pueden utilizarse para construir toroides de mayor tamaño. Trituran los estériles para producir polvo con una enorme piedra de molino, luego pasan este polvo bajo un imán para recoger el material magnético. Repiten esta operación varias veces y después mezclan el material restante con un aglutinante para formar un toroide.

Cada compañía en la industria de fabricación de toroides tiene su propia fórmula para construirlos. Los toroides de 6,5 pulgadas de esta compañía canadiense son muy similares a los T650 de Micrometals. Si alguien está interesado, puede solicitar presupuesto para la construcción de un toroide de mayor tamaño.

Aplicaciones en motor fijo

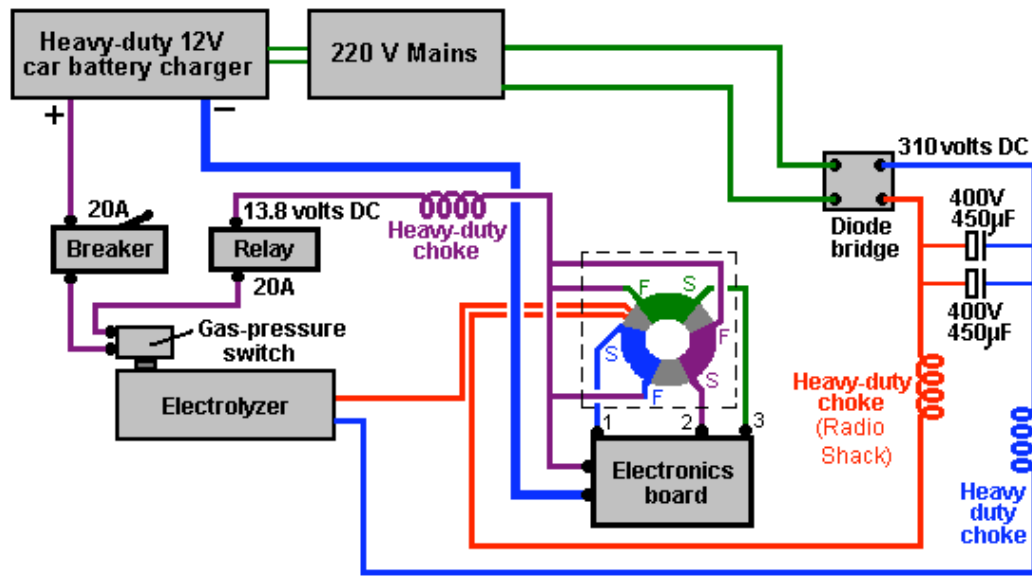
Algunas personas desearían probar aplicaciones domésticas de electrolizadores de este tipo, y preguntan sobre cómo podrían hacer funcionar la unidad directamente desde la red eléctrica, en vez de utilizando el sistema eléctrico de un vehículo.

Hay una propuesta práctica y tiene la ventaja de que el tamaño y el peso no son muy grandes. El circuito se alteraría ligeramente para esta aplicación como se muestra en el siguiente diagrama:



Aquí, en vez de un inversor para crear corriente alterna de 110 voltios, se necesita un cargador de batería de coche o una Unidad de Corriente para proporcionar el mismo voltaje que tendría un coche eléctrico. Quizás merecería la pena instalar un capacitor de gran capacidad a través de la salida del cargador de la batería del coche para ayudar a disminuir el rizado de tensión que producirá. No olviden que es necesario poder suministrar una cantidad considerable de corriente y por tanto lo consideramos un cargador de batería de alto rendimiento. Si se utiliza una unidad de 200 celdas, se necesitará también un transformador elevador de corriente de 1:2, para elevar el voltaje de la corriente a 220 voltios.

En los países que utilizan corriente de 220 voltios, se necesitará un transformador reductor de corriente 2:1 para las unidades de 100 celdas pero no para una unidad de 200 celdas. El circuito, en ese caso, sería:



La experiencia de Bob Boyce:

Bob tenía un negocio de electrónica en el sur de Florida, donde era propietario y sponsor de un pequeño equipo de regatas desde 1988. Tenía un taller en la parte trasera de su negocio, donde trabajaba con los motores. Trabajaba con motores para otros propietarios de barcos de regata y un equipo de investigación minisub local que estaba construyendo barcos tipo drone para poca profundidad para el ministerio de defensa. Empezó a investigar en el uso de hidrógeno y comenzó a construir pequeños electrolizadores utilizando agua destilada mezclada con un electrolito. Luego aplicó resonancia a las placas para mejorar el rendimiento de las unidades. Descubrió que con las frecuencias adecuadas, podía generar hidrógeno y oxígeno monoatómicos, en vez de las versiones diatómicas más comunes de estos gases. Cuando los gases monoatómicos se queman, producen aproximadamente cuatro veces la energía producida quemando las versiones diatómicas, mientras que apenas se precisa menos de 1% de hidrógeno monoatómico en el aire para la misma potencia.

El único inconveniente es que cuando se almacena con presión, el hidrógeno monoatómico revierte a su forma diatómica más común. Para evitarlo, el gas debe de producirse bajo demanda y utilizarse inmediatamente. Bob utilizó carburadores de petróleo líquido modificados en los motores de los barcos, para que funcionasen directamente con el gas producido por los electrolizadores.

Bob también convirtió un viejo Chrysler con un motor de seis cilindros para que funcionase con la instalación de hidrógeno y lo probó en su taller. Sustituyó el sistema de arranque de fábrica por un sistema de bobina doble de alta energía y añadió una unidad óptica al cigüeñal en la espiga de transmisión de la bomba de gasolina, para permitir el ajuste temporal externo del encendido. Utilizó bujías en serie de Bosch Platinum.

Bob nunca publicó nada sobre el trabajo que estaba realizando, y siempre manifestó que los barcos funcionaban con combustible de hidrógeno, que era algo legalmente permitido. Muchos años más tarde, descubrió que lo que él había descubierto y llevado a cabo se conocía como “Gas Marrón” y que había compañías vendiendo el equipamiento y los planos para realizarlo.

El electrolizador de Bob es muy sencillo de construir, pero requiere muchas placas de acero inoxidable de 316, capaces de soportar los electrolitos más exóticos que son más eficientes; una caja de plástico para contener las láminas; espaciadores de 1/8” para mantener las filas de placas separadas; el electrolito, y un inversor de señales pseudo sinodiales, de frecuencia ajustable modificado para controlar la electrónica.

Se utiliza un total de 101 placas de 6 pulgadas cuadradas para producir un área de superficie bastante amplia. Se lijan las caras de estas placas con papel de lija áspera haciendo un dibujo en X, para producir un grano fino que añade diminutos puntos puntiagudos en la superficie. Se ha comprobado que esto mejora la eficiencia de la electrolisis.

La caja tiene dos puertos roscados, uno pequeño para añadir agua destilada, y otro mayor para extraer el gas hidrógeno. Bajo la cubierta hay una pieza de esterilla de plástico para evitar pérdidas. Es muy importante mantener el nivel del electrolito por debajo de la parte superior de las placas para evitar que la corriente se salte alguna celda y cree excesivo vapor de agua.

Bob coloca un interruptor de cierre de 5 libras por pulgada cuadrada en t, en el puerto de inyección de agua, que cierra el impulso electrónico cuando la presión en la unidad alcanza 5 PSI. Esto permite que la unidad pueda suministrar a demanda sin producir demasiada presión en situaciones de baja demanda.

Construye un burbujeador a partir de un filtro de agua casero del tipo cartucho, para evitar que ninguna llama pueda trasladarse por la tubería de alimentación del gas hasta el electrolizador. Sin algún tipo de burbujeador, existe el riesgo de que el electrolizador explote si una llama se desplaza hasta él desde el motor.

Las pantallas de malla de cobre diseñadas para fundir gases no funcionan, ya que el hidrógeno tiene una velocidad de propagación de llama muy alta, que pasa a través de la malla de cobre. Por ello, el burbujeador debe de colocarse cerca del motor, para limitar la cantidad de recombinación de gases de la variedad monoatómica a la diatómica.

El gas hidrógeno debe añadirse a la porción de vapor de un sistema de carburador de Gas de Petróleo Líquido. El carburador tendrá que ser modificado para utilizarlo con hidrógeno (se precisa una proporción de mezcla diferente que para el propano) y ajustado para que ofrezca un mejor rendimiento cuando el sistema esté en funcionamiento.

Bob descubrió que los mejores electrolitos son Hidróxido de Sodio (NaOH) e Hidróxido de Potasio (KOH). El hidróxido de sodio funciona muy bien y es mucho más fácil de conseguir (se puede encontrar la lejía "Red Devil" en muchos almacenes), aunque el hidróxido de potasio sea ligeramente más eficiente.

Utilice lo que utilice, tiene que tener mucho cuidado con los materiales empleados. Asegúrese de que son compatibles con el electrolito elegido (Bob utilizaba placa acrílica de plexiglás). No utilice nunca contenedores de vidrio para mezclar o almacenar hidróxido de potasio.

Bobo nunca tuvo oportunidad de conducir el Chrysler por la carretera con este sistema. Sin embargo, elevó la parte de atrás con un gato e hizo funcionar el motor sin carga, para probar y tunear el sistema y obtener una idea de cómo funcionaba el motor con hidrógeno como combustible.

El vehículo funcionó por una distancia medida por cuentakilómetros de 1000 millas colocado de esta forma, con la hidrólisis llevada a cabo completamente por el alternador del vehículo. Mientras el vehículo funcionaba al ralentí, la electrónica consumió aproximadamente de 4 a 4,3 amperios @ 13.8 V DC. Con las ruedas traseras levantadas del suelo, y el motor funcionando con el medidor de velocidad a 60 millas por hora, la electrónica fue aproximadamente de 10,9 a 11,6 Amps @ 13.8 V DC.

La unidad no utiliza electrolisis de fuerza bruta normal cuando está funcionando en modo de alto rendimiento. Funciona básicamente con una reacción química que tiene lugar entre el electrolito utilizado y las placas de metal, que se mantiene por la energía eléctrica aplicada y estimulada en alto rendimiento mediante la aplicación de múltiples resonancias armónicas que ayudan a separar las moléculas. Se utilizan múltiples celdas en serie para reducir el voltaje por celda y limitar el flujo de corriente, a fin de reducir la producción e vapor de agua. Se logra el volumen de producción de vapor de combustible necesario gracias a la amplia área de superficie del número total de celdas.

En el primer prototipo de este modelo, Bob utilizó un controlador hecho a medida, que requirió muchos ajustes para que se pudiese ver su rendimiento utilizando diferentes frecuencias, voltajes y formas de onda. El resultado fue un patrón de tres ondas cuadradas interconectadas ricas en armónicos que producían una eficiencia óptima.

Cuando Bob comprobó todos los resultados, se dio cuenta de que podía reemplazar la unidad de controlador personalizado por un inversor modificado (mucho más fácil que construir completamente una unidad). Experimentó utilizando un inversor de onda pseudo-sinoidal de 300 vatios que había sido modificado de forma que la frecuencia base pudiera ajustarse entre 700 y 800 Hz. La salida de onda sinusoidal acelerada se alimentaba a través de un rectificador de puente que transformaba cada onda sinusoidal acelerada en dos medias ondas aceleradas positivas. Cada una de estas medias ondas tenía 8 pasos, de forma que un solo ciclo se convertía en 18 pasos. El resultado,

aunque no consistiera de ondas cuadradas intermezcladas, era todavía rico en armónicos, y mucho más fácil de ajustar al punto de resonancia que intentar armonizar tres frecuencias distintas.

Tengan en cuenta que estos inversores no están ya disponibles en el mercado y que el diseño de la placa de triple oscilador de Bob es muy superior, proporcionando más del doble de rendimiento que el producido por el viejo inversor y es la placa que debe de utilizarse con el electrolizador de Bob.

El rango de frecuencia puede cambiar dependiendo en el número de pasos de la onda pseudo-sinoidal del inversor que elija, ya que no todos los inversores están contruidos de la misma forma. El efecto deseado es causado por las múltiples resonancias armónicas en la salida del inversor a las frecuencias más elevadas. Se dará cuenta de cuando alcanza la resonancia porque se producirá un aumento muy notable en la producción de gas. La frecuencia varía un poco dependiendo del electrolizador utilizado, la concentración de la solución de electrolito, la temperatura del electrolito, la pureza del agua, etc.

Recuerdo que el tanque del electrolizador de Bob era suficientemente grande para mantener 61 placas de acero inoxidable de grado 316 de 6"x8" cada una, colocadas a una distancia de 1/8" entre sí, para crear 60 celdas en serie, con corriente continua de 130V desde el inversor, a través del rectificador del puente, aplicada solamente a los extremos de las placas. Esto producía 4.320 pulgadas cuadradas de área de superficie, suficiente para producir la cantidad de combustible necesaria para un motor de coche. El electrolito que da mejor rendimiento es el hidróxido de potasio, y el nivel del electrolito debe de mantenerse por debajo de la parte superior de las placas para evitar que la corriente pase por encima de las placas y cree un exceso de vapor de agua por calentamiento. Se utilizó agua destilada para evitar la contaminación del electrolito lo que hubiera producido un peor rendimiento.

Es muy importante entender que, a menos que un motor esté diseñado originalmente para, o modificado para, funcionar con combustible de vapor, como el gas natural (gas de petróleo líquido), es preciso añadir una inyección de vapor de agua. A menos que el motor tenga las válvulas apropiadas para combustible de vapor, las bujías no soportarán un uso prolongado con combustible de vapor de ningún tipo, sin añadir alguna forma de refrigeración. Ese es un tema de diseño de válvulas por los fabricantes de coches, no algo que venga provocado por la combustión de gas hidróxido. Los fabricantes quieren evitar que sus coches puedan ser adaptados para funcionamiento de alto kilometraje sin efectos negativos, por lo que diseñan las válvulas para que fallen, si no se enfrían, con el uso de excesivo combustible fósil.

Coche nuevos con ECUs

Un tema importante que no se ha tratado detalladamente, es el efecto de los sistemas de Inyección de combustible electrónicos que llevan los coches modernos. Hay una amplia variedad de modelos y diseños, pero, básicamente, los coches modernos están equipados con un ordenador electrónico que

controla la cantidad de combustible inyectado en el motor. Estos sistemas están diseñados para captar el contenido de los gases de expulsados y si el análisis indica que la mezcla de aire/combustible es muy baja, el ordenador aumenta la proporción de flujo de combustible dentro del motor.

Si el vehículo se ha transformado para utilizar únicamente gas hidrógeno, no hay problema. Pero si se está utilizando un refuerzo de hidrógeno para mejorar la calidad de quemado del combustible, el ordenador trabajará para reducir cualquier mejora que se hubiera conseguido en rendimiento y limpieza, inyectando más combustible fósil para que la mezcla de gases expulsados vuelvan al nivel programado. Si no se hace nada respecto a este tema, las mejoras producidas por la utilización de la unidad de refuerzo, serán anuladas por el ordenador del coche.

Los detalles de cómo funciona el ordenador y lo que se puede hacer al respecto, constituyen una amplia información que se ha recogido en otro documento específico sobre este tema, denominado "D17.pdf". Este documento, junto con otra mucha información sobre los sistemas de energía libre, puede descargarse gratuitamente de la página: <http://www.free-energy-info.co.uk>.

La información sobre el control de este sensor de oxígeno puede encontrarse también el documento titulado "Chapter10.pdf" de la página de Patrick Kelly - <http://www.free-energy-info.co.uk> (actualizada a 10/22/08)