



Este es el capítulo de seguridad eléctrica extraído del libro ABC del equipamiento para la guitarra eléctrica de mi autoría. Puede difundirse este capítulo libremente, ya que fue destinado a prevenir accidentes entre los músicos.

Eric Jacobs

Capítulo 4: Seguridad Eléctrica

Protecciones contra descargas

Por mala que sea la instalación si el músico toma sus precauciones los accidentes son evitables.

Efecto/sensación	Corriente Continua (mA)	Corriente Alterna (mA) 60Hz	Severidad
Mínima	1	0,4	ninguna
Umbral de percepción	5,2	1,1	ninguna
Patada no dolorosa	9	1,8	ninguna
Patada dolorosa	62	9	Espasmo
Contracción muscular	76	16	Posiblemente fatal
Paro respiratorio	170	30	Frecuentemente fatal
Fibrilación vascular con más de 5 segundos de exposición	375	75	Probablemente fatal
Paro cardíaco	-	4000	Posiblemente fatal
Quemadura de organos	-	5000	Fatal si es organo vital

Fuente: Universidad Estatal de Colorado

Gráfico 26

Lo que nos mata es la corriente, y somos 5 veces más sensibles a la corriente alterna que a la continua.

Con más de 10mA ya te quedas pegado si la contracción del músculo se aferra al objeto con electricidad. Por ejemplo cuando agarras algo que tiene tensión

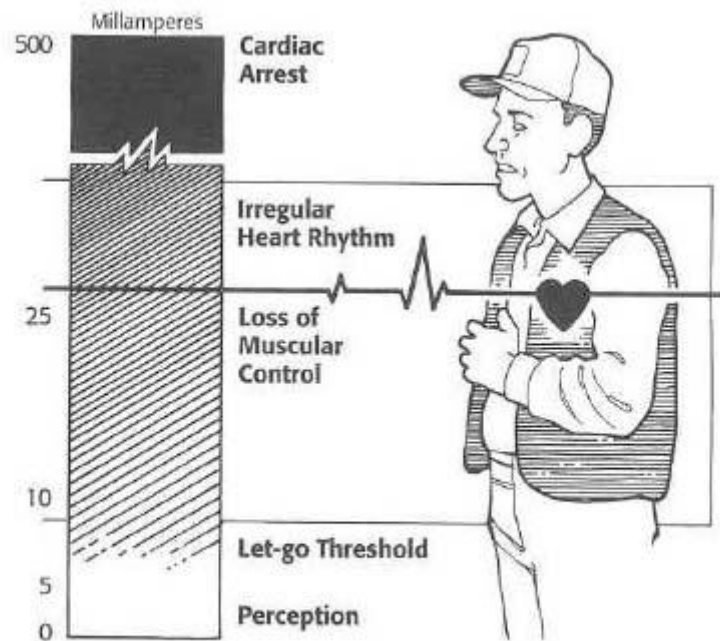


Fig. 1. Increasing levels of current above the "let-go" threshold causes loss of muscular control, irregular heart rhythm, and finally, cardiac arrest.

Gráfico 27

Lo más común es que la descarga se produzca entre equipos. Por ejemplo: con las manos en las cuerdas, tocas el micrófono que está conectado a la PA ó tocas a otro compañero que también está conectado a su equipo.

Si todos los equipos estuvieran a tierra nunca puede ocurrir una descarga sobre las personas, pero uno no tiene control sobre la PA que pone el local ni la tierra que pone el local.

Lo que sí está bajo control del músico es su setup, por lo que debemos tener seguridad que no tiene ninguna amenaza previamente. Luego cuando se arma el escenario debemos chequear con buscapolo antes de tocar nada.

Disyuntores diferenciales



Gráfico 28

Los disyuntores son sin dudas una muy buena protección. Verifican que la corriente que entre sea la misma que la que sale, si hay diferencia es porque se fuga por algún lado, si la diferencia supera los 30mA cortan muy rápidamente. Una térmica no sirve para eso, sólo corta cuando llega a su valor nominal que pueden ser 20 o 30 A. Para ese entonces ya sos carbón.

Aún así, los disyuntores no protegen ante cualquier descarga. Si el local no tiene buena tierra pueden no funcionar bien. Si la descarga se produce entre vivo y neutro estando aislado de tierra, el disyuntor no corta. También podés quedarte pegado con 10mA y no alcanza para que el disyuntor corte.

Un cocodrilo que conecte el chasis o masa del setup a un marco de hierro o reja que vaya a tierra no es la mejor protección del mundo, pero daño no va a hacer y es mejor que nada. Nunca hay que usar una cañería como tierra, porque si hay un equipo con fugas y las paredes donde está la cañería están secas, será una mala tierra y se habrán electrificado todas las canillas poniendo en riesgo a más personas. En muchos casos las cañerías son plásticas y no son conductoras.

Usar zapatos aislantes es una buena medida, pero si en una mano tenemos la guitarra y con la otra agarramos el pie del micrófono y nos da 220V directo, sólo nos salva un corte de la compañía eléctrica. Es triste pero en el escenario podés tener a un compañero de banda electrocutándose y ni te das cuenta. El disyuntor sólo actúa para descargas a tierra y para eso tiene que haber tierra.

Otra buena precaución que puede incluso ayudar a reducir los ruidos es usar una alfombra que en su parte inferior tenga pegada una membrana de aluminio conectada a tierra. Todo el setup se monta sobre esa alfombra. Ayuda a reducir los ruidos también.

Un disyuntor diferencial puesto en tu pedalboard es una buena medida de seguridad, pero mejor es que toda la banda se conecte a un tablero con capacidad suficiente y allí ponen el disyuntor diferencial que cubra a todos. Hay bandas que lo tienen así. Esta es una muy buena medida porque elimina muchos puntos de inseguridad o incertidumbre, incluso pueden incluir en el tablero un cable con unas pinzas para conectarse a alguna tierra como puede ser un marco metálico de una puerta. Esa no es una buena tierra, pero es mejor que nada.

Igual queda pendiente el tema de la PA que no queda conectada a este tablero, usar inalámbricos es una buena solución. Pero seamos realistas, en los bares donde toca el underground no los hay, salvo que la banda haga la inversión para proteger a sus cantantes. Igualmente si usas un inalámbrico la base del mismo debe estar contra la PA y no en tu setup, de lo contrario es lo mismo que nada.

Un disyuntor diferencial, no es una térmica. Son parecidos, pero hacen trabajos diferentes. El disyuntor diferencial compara la corriente que entra con la que sale y si la diferencia supera los 30mA corta inmediatamente, o sea que detecta pequeñas fugas. Una térmica en cambio, salta cuando el consumo es elevado, protege la

instalación contra cortos circuitos, es como si fuera un fusible, pero no sirve para protegerte contra fugas de aislación.

Fusible de puente

Si bien son caros, hay fusibles rápidos de 10mA que se pueden poner en el puente de los instrumentos y/o en el cable de los micrófonos.



Gráfico 29

El puente de la guitarra debe estar a masa para evitar captar ruidos, pero si el chasis del equipo tiene 220V por alguna razón, eso se traslada al puente y a las cuerdas. Este fusible permite desconectar esa unión y salvar al guitarrista.

Buscapolos



Gráfico 30

Los buscapolos más comunes están dentro del mango transparente de un destornillador. Se mete la punta del destornillador en uno de los orificios del toma y se toca con el dedo el culote del mango. Si ese orificio corresponde al vivo, se prende el neón del buscapolo. Eso te sirve para comprobar si el buscapolo funciona bien.

Cuando lo usas en escenario verificas cualquier cosa metálica que vayas a tocar, tocándola primero con el buscapolo: cuerdas de la guitarra, micrófono vocal, etc. Yo he

visto descargas entre compañeros de banda en escena en el Luna Park, por lo que nadie está exento.



Gráfico 31

Hay algo molesto, pero no muy peligroso, que es cuando rozas el micrófono con los labios y parece que te pinchara. Eso es inducción, son unos pocos volts que no te pueden hacer daño pero son muy molestos. Pueden estar producidos porque la PA está enchufada en un toma alejado del que estás usando para tu equipo de guitarra, y debido al consumo de todos los aparatos y luces se produce una diferencia de potencial entre tomas. Esto mismo puede ser causante de fuerte hum en los parlantes, pero eso es off topic ahora.

Tester de toma de pared

Verifica la correcta conexión de un toma.

Verifica la polaridad de L y N

Testea la tierra mediante un botón que activa una fuga contra tierra para hacer saltar al disyuntor. De esta forma podemos verificar que hay una tierra real.



Gráfico 32

Acá puede verse un esquemático:

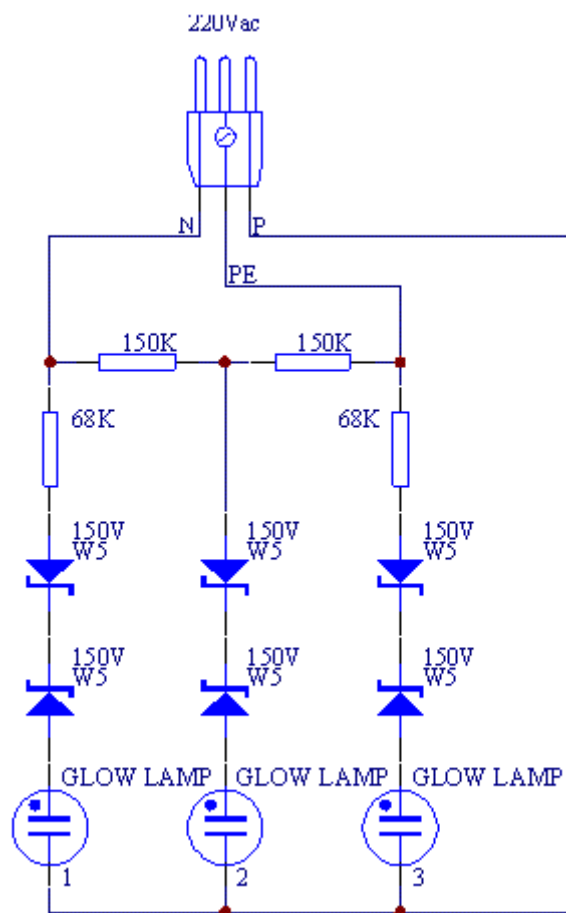


Gráfico 33

Neón 1	Neón 2	Neón 3	Falla
SI	SI	SI	OK
SI	SI	NO	Sin tierra
SI	NO	NO	Vivo y Neutros invertidos
NO	SI	SI	Sin Neutro
NO	NO	SI	Vivo y tierra invertidos
NO	NO	NO	Sin Vivo

Gráfico 34

Terminales de la ficha de 220V

Creo que vale la pena aclarar que son y para qué sirven los tres polos de la ficha de 220Vca.



Gráfico 35

Los dos de arriba son el vivo y el neutro y el de abajo la tierra. La norma IRAM 2073 especifica para un toma (la hembra) que el de la izquierda es el neutro y el de la derecha es el vivo.

El tercer pin es la tierra de seguridad.

Si se desarma un cable se ven tres colores: marrón (vivo o línea), azul (neutro) y verde/amarillo (tierra)

Creo que todos sabemos que el que patea es el vivo, pero a muchos no les queda claro qué diferencia hay entre el neutro y la tierra.

Si ven los cables de distribución en los cableados aéreos, se ven tres hilos aislados y uno pelado. Esa es la trifásica, son tres vivos con tres fases de alterna una a 120° de la otra.

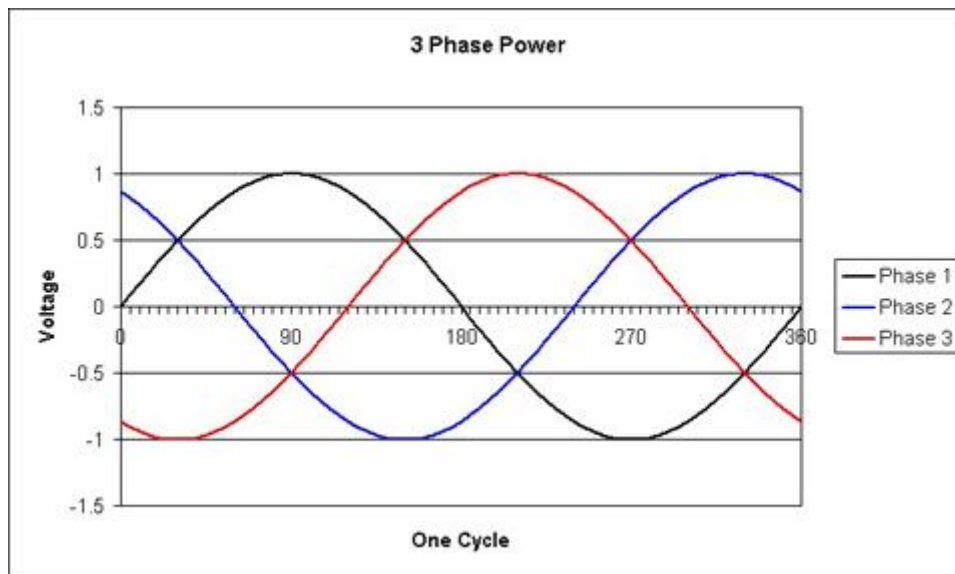


Gráfico 36

Si se mide con un tester entre cualquiera de los tres vivos y el pelado (neutro) van a medir 220Vca.

El neutro está unido a tierra en el punto de generación, pero eso puede estar a varios kilómetros distante de nuestro toma.

El desbalance del consumo trifásico, más el consumo monofásico hacen que el neutro deje de tener el potencial de tierra a medida que nos alejamos del centro de generación, pudiendo llegar a tener algunas decenas de volts. Es por eso que hace falta tener una tierra local y para eso está el tercer pin.

El tema es que esto de los colores no lo saben la mayoría de los que instalan tomas domiciliarios y pueden llegar a tener el vivo donde debiera ir el neutro y viceversa. Para la mayoría de los equipos modernos eso es irrelevante, pero en algunos equipos antiguos o incluso equipos de ambas corrientes (alterna y continua) se torna muy peligroso.

Si las electrocuciones fueran por descarga a tierra, bastaría con poner una alfombra aislada antes de armar el escenario, pero a mi parecer la mayor parte de los problemas aparecen entre equipos, lo cual lo hace más letal aún porque si tenés las cuerdas en una mano y tocas algo con la otra, la corriente te pasa por el corazón. En cuyo caso el disyuntor tampoco protegería ya que no hay fuga a tierra sino que el electrocutado aparece como una carga más.

Vuelvo a insistir con el buscapolo, y otra cosa que ayuda es tocar las cosas metálicas con el dorso de la mano primero. De esa forma si te patea no quedas pegado porque la contracción del músculo te aleja.

Tierra o masa

Tierra, masa, earth y ground son sinónimos que hacen referencia a este potencial cero.

Se le llama masa porque es la mayor masa a la que tenemos alcance los seres humanos

Es el contacto medio del toma en la pared

No debe estar conectado al neutro

Debe ir a una jabalina a tierra real

Debe conectarse a los gabinetes y chasis metálicos

Cualquier fuga a tierra superior a los 30mA hará que salte el disyuntor para protegernos

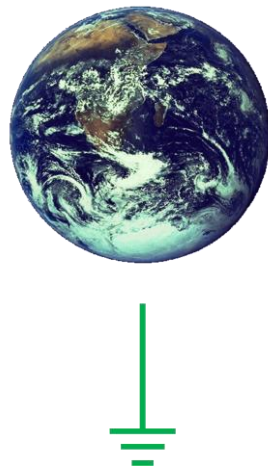


Gráfico 37

Jabalina

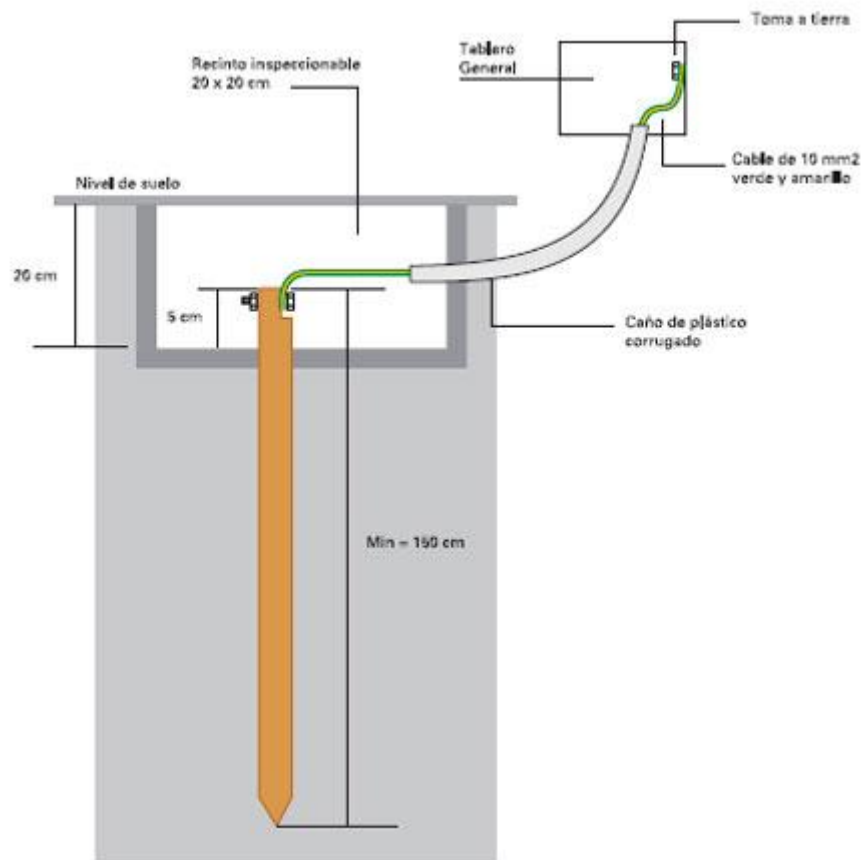


Gráfico 38

Para hacer una buena conexión a tierra se usa una jabalina que es una varilla de cobre de 13mm de diámetro y 1,5 metro de largo que se clava en la tierra.

La conductividad de la tierra depende de su humedad y composición. En tierras poco conductoras se agregan sales y debe humedecerse periódicamente

Para medir la calidad de la tierra se usan Telurímetros.

La conexión de tierra es necesaria para seguridad y para reducir el Hum en los amplificadores. El Hum es ruido de 50 Hz y sus armónicos. Se le dice ruido a masa, cuando en realidad es ruido debido a falta de masa o tierra.

La tierra de una casa/local tiene que conectarse a la jabalina y no al neutro. Por varias razones.

El neutro de la distribución debido al propio consumo de la red, tiene unos pocos volts, que es el producto de la corriente de consumo por la resistencia del cable hasta el punto donde está a tierra.

Si usas ese valor como tierra vas a tener problemas de ruido. Si la conectas a ambas no va a pasar nada, pero técnicamente no es correcto (estás haciendo un loop de masa).

La tierra bien hecha en el lugar ya va a dar una buena referencia de 0 volts, y por otro lado de cortarse la tierra de distribución no vas a tener problemas de sobretensión sobre todos tus aparatos eléctricos.

A mí me paso que debido a un accidente se corto la tierra de distribución y los 220V se convirtieron en 0 a 380V dependiendo de qué prendía cada vecino en la cuadra. Tuve que ir casa por casa a ponerles tierra para evitar que se quemen los aparatos.

Hay veces que se acude a una tierra alternativa a falta de una jabalina como corresponde

Una mala costumbre es usar una cañería de agua, ya que puede ser que parte de ella sea metálica y otra parte no. El peligro que trae es que se pueden terminar electrificando todas las canillas. Peor aún es usar una cañería de gas!!!

Ground Lift Up

Hay equipos que cuentan con una llave para levantar la tierra. Puede llamarse "Ground Lift Up" o "Earth Lift Up". Es para usarse en los casos en que ya hay otra tierra en el setup y se necesita abrir el loop de masa. Al desenchufar el cable del input ese equipo queda sin tierra. El peligro es luego usar ese equipo en otro setup y olvidarse que esta sin tierra

Inversión de polaridad

Antes de que se cambiaran los tomas por los de tres patas que usamos ahora, cuando había chasis con tensión, la usanza era dar vuelta la ficha. Ahora gracias al toma IRAM 2073 ya no se puede, lamentablemente hay varias razones por las cuales te puede quedar invertido el vivo y el neutro:

- Mal cableado el toma

- Interlock que cruza los cables (he medido varios así, y tienen todos los sellitos de UL, IRAM y Seguridad Eléctrica) por eso es peligroso mezclarlos en una bolsa, hay que marcar claramente o eliminar a los que invierten.

- Zapatilla que cruza los cables (con las zapatillas te podés encontrar con que están invertidos los contactos y/o que no tiene tierra)

- Extensión o alargue que cruza los pares (esto es muy común porque generalmente son caseras y nadie respeta la polaridad)

- En muchos equipos de USA tienen una llave para invertir la tierra (que es el equivalente a dar vuelta la ficha) esto lo hacían porque si bien ya había toma

polarizado, se encontraban muchos tomas mal cableados también o con falta de tierra. Esos asesinos tienen el Death Cap adentro.

Con todo esto lo extraño es que no haya más accidentes. En todo caso el buscapolo siempre les va a mostrar cuando hay peligro



Gráfico 39

Generadores autónomos o grupos electrógenos

Cuando se usa un generador o grupo electrógeno, siempre debe ponerse una jabalina a tierra conectada al neutro del generador. Esto es algo que frecuentemente se pasa por alto en los shows en lugares alejados de la red. Los 220V de un grupo electrógeno matan igual que los de la red.



Gráfico 40

Autotransformador

Frecuentemente van a venderte un autotransformador para convertir 220V en 110V para adaptar a nuestra red los equipos de USA.



Gráfico 41

El autotransformador tiene un grave problema, no podés predecir si te van a quedar los 110V entre tierra y vivo o entre vivo y vivo/2 y eso depende de cómo esta cableada la ficha donde lo enchufes. He visto muchos equipos quemarse por culpa de los autotransformadores, y además es un peligro para tu seguridad.

Yo te recomiendo que lo devuelvas y que te den un transformador con primario y secundario. Ahí sí vas a poder poner una tierra que sea independiente de como se haya cableado el toma en la pared.

Es común que se hagan los transformadores de 220 a 110V con la técnica de autotransformador porque se ahorra cobre, pero se pone en riesgo la seguridad personal y del equipamiento.

No hay forma de saber si se trata de un autotrafo por su aspecto exterior. Una forma de saber si se trata de un trafo o un autotrafo es, con el trafo desenchufado en ambos extremos, medir continuidad con un tester entre primario y secundario.

Si hay continuidad es un autotrafo ¡Cuidado!

Death Caps

En los amplificadores antiguos era una mala costumbre poner un capacitor entre el chasis y el neutro. Es decir que se usaba el neutro como referencia en vez de la tierra. Fíjense en el diagrama, el triangulito es el chasis.

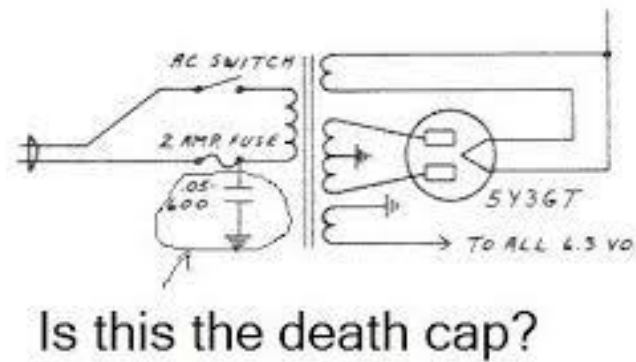


Gráfico 42

Si se invierte la polaridad de L y N, el Death Cap manda los 220V directo al chasis convirtiendo al chasis en un peligro mortal.

Aún cuando esté bien la polaridad, si vuela el fusible, con el switch en ON quedan los 220V en el chasis.

Los clonadores de equipos antiguos que no estén alerta de este problema, lo replicarán si siguen el plano al pie de la letra

ESP

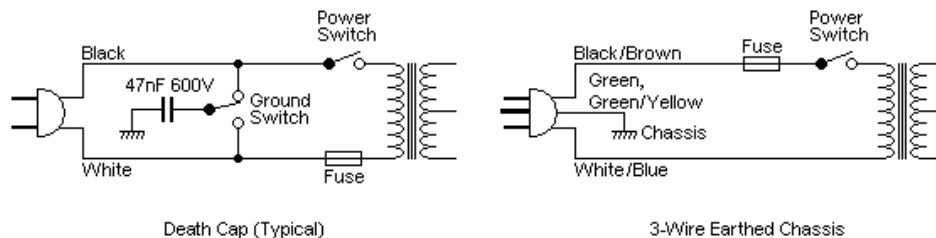


Gráfico 43

Death Cap también es el nombre del hongo más venenoso conocido



Gráfico 44

Acá puede verse como ponen el Death Cap, es el naranja puesto a chasis y a lo que venga de la llave interruptora (todo a cara o cruz!)

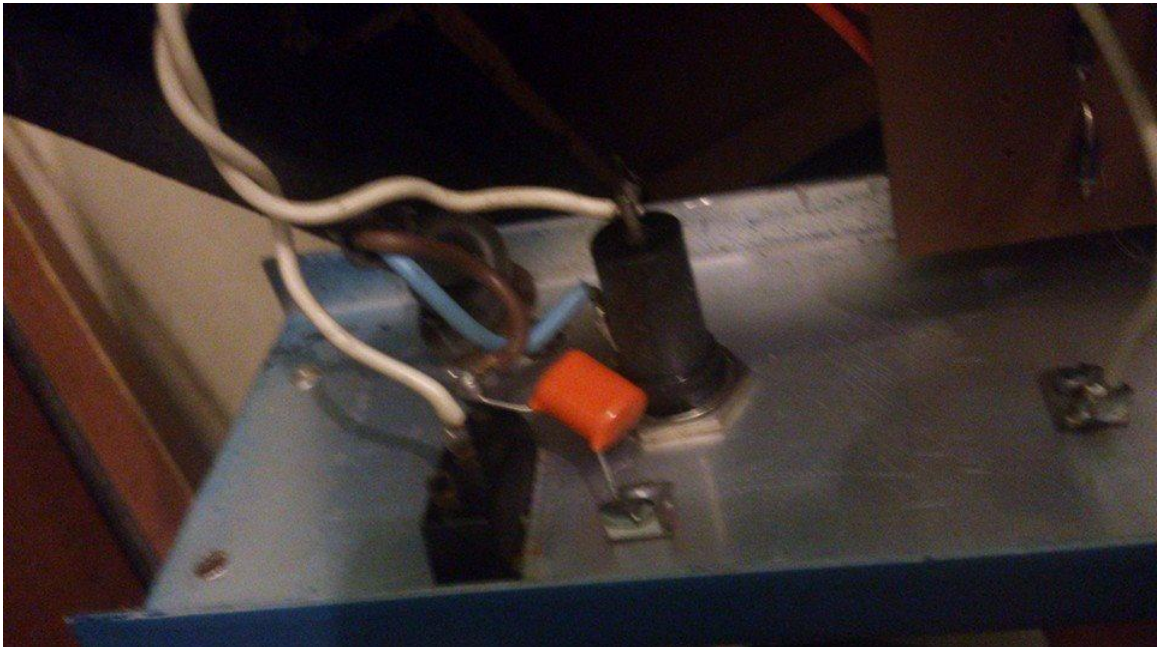


Gráfico 45

Interlock

Son los cables que se usan para alimentar equipos. Están polarizados, pero he encontrado algunos que invierten la polaridad, y eso es peligroso. Se rigen por la norma IRAM 2073

Tienen los tres contactos: Vivo, neutro y tierra

Conviene rotularlo para estar seguro que es el que corresponde al equipo

Cada tanto hay que verificar la continuidad de sus tres hilos



Gráfico 46

En Argentina se usa una ficha IRAM 2071 que tiene tres contactos: Neutro, Vivo y Tierra. En la norma se define como tiene que ir conectado cada terminal justamente para evitar riesgos. Lamentablemente muchos instaladores no respetan la polaridad y se encuentran muchos tomas con la polaridad del neutro y el vivo invertidas. Pero como si esto no fuera poco, he encontrado cables de Interlock que tambien invierten la polaridad, esto no cumple con la norma y hace que un toma bien armado se presente como invertido para el equipo.

Es importante saberlo porque a veces se sacan todos los interlocks de los equipos y se guardan en una bolsa, con lo cual nos puede tocar un cable invertido si no se controla. Por eso es importante siempre controlar con el buscapolo cada vez que se arma el setup, tanto por el cable como por el toma. Otra cuestión peligrosa es que de tanto manipular los cables, los alambres se fatigan y con el tiempo se cortan, con lo cual pudimos quedarnos sin tierra y no notarlo. Esto hay que chequearlo con un tester de continuidad

Inducción y fugas

Los 220V quedan separados de los puntos que tocamos con la mano (chasis, puente, cuerdas) gracias a aislantes. Esos aislantes son malos conductores, pero con los años pueden ensuciarse y humedecerse y empezar a conducir un poco.

Otro peligro es el desgaste, por ejemplo del esmalte de los hilos de cobre de un bobinado, en caso de que haya vibraciones que lo raspen contra un punto filoso.

Estas pequeñas deficiencias de la aislación producen fugas de corriente que pueden sentirse como cosquilleo a lo que se le llama comúnmente "inducción", aunque en realidad se trata de fugas de aislación.

La inducción real se produce por electromagnetismo, pero sólo en materiales ferro magnéticos. En los chasis de aluminio no hay inducción electromagnética. En un transformador o motor eléctrico, las chapas del núcleo también operan como un secundario donde se induce corriente y eso es lo que llamamos inducción. Esa corriente pasa por las chapas y produce una caída de tensión, que desaparece si la ponemos a tierra.

La inducción por fugas puede tener valores altos de tensión, pero los valores de corriente son tan bajos que no constituyen un peligro mortal.

La inducción puede producir bastante “hum” en los equipos, pero una buena tierra es capaz de eliminar tanto al ruido como al cosquilleo.

Forma de tocar

La corriente provoca la contracción involuntaria de los músculos

Dependiendo del músculo shockeado podemos sentir una patada y ser despedidos o podemos “prendernos” del objeto cargado sin poder soltarlo

Por eso es mejor tocar las cosas con el dorso de la mano, ya que la contracción nos separará del objeto electrificado.

El peor caso posible es tener el mango de la guitarra en una mano y tomar el micrófono con la otra. Gesto súper habitual y casi un sello del Rock'n'roll. La descarga puede venir por cualquiera de los dos lados y el resultado es el mismo.

Por eso conviene primero chequear todo bien con buscapolo

