

El increíble mundo de las Válvulas de vacío
**Medidas, testeo y mantenimiento
de Equipos a Válvulas**



Por: J. V. Fdez. M.
J.m.k. - efectos - 1-5-2003
www.efectosdeguitarra.com



Extraído de los manuales de campo
de la marina naval NavshipNº....

Madrid-España

www.efectosdeguitarra.com

TEORÍA Y PRACTICA DE LA COMPROBACIÓN DE VÁLVULAS

PRUEBA DE LAS VÁLVULAS.

Generalmente se considera que las VÁLVULAS son los elementos mas esenciales de los equipos electrónicos. Algunos de los factores mas importantes que afectan a la vida prevista de una válvula son: (1) la misión del circuito en el que se emplea la válvula, (2) el deterioro del recubrimiento del cátodo (emisor), (3) la disminución con el tiempo de la emisión de los emisores impregnados de las válvulas de caldeo directo, (4) las fisuras defectuosas que permiten la entrada de aire al interior de la envuelta que oxida la superficie emisora, y (5) los circuitos abiertos y cortocircuitos internos producidos por vibraciones o tensiones excesivas.

Si no se sobrepasan los límites de trabajo de una válvula o si no se trabaja continuamente en el límite máximo, se puede esperar de ella una vida de por lo menos 2.000 horas, antes de que se corte el filamento. Debido a las dilataciones (y contracciones) inherentes a los elementos de la válvula durante el proceso de calentamiento (y enfriamiento), los electrodos pueden curvarse o combarse, dando lugar al desarrollo de un ruido excesivo o bien a efectos microfónicos. Otros defectos de las válvulas son la continuidad entre cátodo y filamento y la emisión de electrones no uniforme del cátodo. Los defectos de las válvulas, de los que solo se han enumerado los más comunes, contribuyen a, aproximadamente, el 50% de todas las averías de los equipos. Por esta razón, es una buena práctica que el técnico, cuando esta localizando averías en un equipo, elimine inmediatamente cualquier válvula que sepa que está defectuosa, evitando, sin embargo, reemplazar a ciegas válvulas en buen estado por las de respeto. Existe evidencia visible en una válvula defectuosa cuando el filamento está abierto (válvulas con envuelta de vidrio), cuando la corriente de placa es excesiva, cuando la válvula llega a estar "blanda" (gaseosa) o cuando hay arcos entre los electrodos.

Se pueden tocar las válvulas con envuelta de metal para saber si el circuito de caldeo esta funcionando. Se puede golpear ligeramente una válvula, mientras esta funcionando en un circuito en particular, para que de una indicación audible sobre si sus elementos están sueltos o si tiene microfonismo.

- hoja 1 de 19 -

Prohibida su reproducción total o parcial en cualquier medio o soporte sin el correspondiente permiso por escrito.

www.efectosdeguitarra.com

(a). ANÁLISIS BÁSICO DE LA PRUEBA DE LAS VÁLVULAS. - En el estudio que sigue se desarrollaran tres tipos básicos de pruebas de válvulas: la prueba de sustitución, la prueba de emisión y la prueba de transconductancia. Se discutirán las pruebas adicionales que normalmente incorporan los comprobadores de válvulas de que se dispone sobre el terreno. Estas pruebas son: la prueba de gas, la prueba de cortocircuitos y de ruido, la prueba de continuidad entre cátodo y filamento y la prueba de vida de la válvula.

(1) LA PRUEBA DE SUSTITUCIÓN. - Sustituir una válvula por otra que se sabe esta en buen estado es un método sencillo para determinar la calidad de una válvula dudosa. Sin embargo, la sustitución de VÁLVULAS en los circuitos de alta frecuencia se debe llevar a cabo cuidadosamente y de una en una, de forma que se pueda observar el efecto de las diferencias en las capacidades interelectrodicas de las válvulas sustituidas en los circuitos sintonizados (alineados). El método de prueba por sustitución no se puede emplear ventajosamente para localizar mas de una válvula defectuosa en un solo circuito. Si en un receptor, tanto la válvula amplificadora de r-f (radio-frecuencia) como la amplificadora de f-i (frecuencia-intermedia) están defectuosas, reemplazando una por la otra no corregiremos la avería. Si se reemplazan todas las válvulas no hay forma de saber cuales eran las defectuosas. Bajo estas o parecidas condiciones, el empleo de un equipo de prueba proyectado para la prueba de calidad de las válvulas ahorra un tiempo precioso.

(2) LA PRUEBA DE EMISIÓN. - Una indicación importante de la condición en que se encuentra una válvula se obtiene mediante una comprobación comparativa de la emisión del cátodo (o filamento), debido a que en la mayoría de los casos una emisión pronunciadamente mas baja que lo normal, o una falta completa de emisión, indica que la válvula ha llegado al final de su vida útil. Se prueba la emisión del cátodo tanto en las válvulas de múltiples rejillas como en los diodos.

(a .-) PRUEBA EN LAS VÁLVULAS DE MÚLTIPLES REJILLAS. - En la prueba de emisión de una válvula de múltiples rejillas, la válvula se conecta como un rectificador de media onda, como muestra la figura 2-72. Se conectan juntas la placa y todas las rejillas de la válvula, se coloca en serie con la válvula un amperímetro y una resistencia variable y todo el circuito se conecta en paralelo con el secundario de un transformador. Debido a esta común conexión, la placa y todas las rejillas están al mismo potencial con respecto al cátodo. Por lo tanto, la válvula actúa como un diodo rectificador, que conduce solamente en los semiciclos en los que la placa y las rejillas son positivas con respecto al cátodo. La cantidad de corriente que fluye indica la condición en que se encuentra la superficie emisora del cátodo. En los comprobadores de válvulas la escala del aparato de medida esta normalmente calibrada por división en tres sectores que se marcan con **BUENA, DÉBIL, (o ACEPTABLE) y MALA.**

- hoja 2 de 19 -

(b) PRUEBA DE LAS VÁLVULAS DIODO. - La prueba de emisión de las válvulas diodo (y rectificadoras) y de la parte diodo de las válvulas de secciones múltiples es similar a la prueba de emisión empleada en las válvulas de múltiples rejillas. Se hace actuar al filamento o calefactor de la válvula con su tensión específica y se aplica una tensión de c. a. al circuito de prueba que consta del diodo, un miliamperímetro de c. c. y una resistencia variable. En algunos circuitos se utiliza un secundario con varias tomas para controlar la tensión que se aplica a la válvula bajo prueba. La resistencia variable mantiene la corriente de la válvula dentro de unos límites de seguridad. La cantidad de corriente que fluye por la resistencia y el aparato de medida depende de la emisión de electrones de la válvula y por esta razón indica la calidad de la emisión de la válvula.

(3) LA PRUEBA DE TRANSCONDUCTANCIA. - El término transconductancia (también denominado conductancia mutua) expresa el efecto de la tensión de rejilla sobre la corriente de placa de una válvula. Midiendo la transconductancia de una válvula se puede evaluar la condición de la misma con mucha más exactitud que midiendo su emisión catódica, debido a que esta prueba se aproxima mucho más a las condiciones reales del circuito. La transconductancia se expresa matemáticamente como la relación de un incremento en la corriente de placa a un incremento (pequeño) en la tensión de rejilla, mientras las tensiones de los restantes electrodos se mantienen constantes. La transconductancia se mide en unidades de conductancia llamadas micromhos. La ecuación de la transconductancia es:

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g}$$

donde G_m es la transconductancia en micromhos, ΔI_p es el incremento en la corriente de placa en microamperios, y ΔE_g es el incremento en la tensión de rejilla. Cuando la tensión de la rejilla de control experimenta un incremento de 1 voltio (positivo o negativo), la variación de la corriente de placa en microamperios es igual a la transconductancia en micromhos. En otras palabras, si una válvula amplificadora tiene una transconductancia de 2.000 micromhos, un incremento de 1 voltio en la tensión de la rejilla de control producirá un incremento en la corriente de placa de 2.000 microamperios. La transconductancia de una válvula se puede medir mediante dos métodos: uno es el método estático (c. c.) y el otro el método dinámico (c.a.)•

(a) EL MÉTODO ESTÁTICO. - En el método estático de medida de la transconductancia (también llamado método de "salto en la tensión de rejilla") se cambia la tensión continua de polarización de la rejilla de control de la válvula bajo prueba y se mide con un amperímetro el incremento resultante en la corriente continua de placa. El circuito de prueba se muestra en la parte (A) de la figura 2-73. Con el interruptor S colocado en la posición 1, se aplica una tensión de polarización negativa a la rejilla de control de la válvula y esto da lugar a que fluya por la válvula un cierto valor de corriente de placa. Cuando el interruptor S se coloca en la posición 2, la tensión de la rejilla de control se hace menos negativa y la corriente de placa aumenta hasta un nuevo valor. Si la tensión de la rejilla de control experimenta un incremento de 1 voltio, la transconductancia es la diferencia (en microamperios) entre la lectura de la corriente inicial de placa y el nuevo valor de la misma. Cuando este circuito se emplea para probar diferentes tipos de válvulas, se deben ajustar las tensiones aplicadas a los electrodos de forma que se obtengan las condiciones correctas de funcionamiento de cada tipo de válvula.

(b) EL MÉTODO DINÁMICO. - El método dinámico de medida de la transconductancia utiliza un circuito en el que se aplica una señal de c.a. a la reja de control de la válvula bajo prueba, además de una tensión de polarización fija (de funcionamiento). El circuito básico se muestra en la parte (B) de la figura 2-73. La válvula bajo prueba actúa como carga del circuito rectificador. El miliamperímetro de c. c. se conecta en paralelo con una resistencia con toma central, cuyas partes superior e inferior se designan como R1 y R2. La combinación de aparato de medida y resistencia se conecta en serie con los dos arrollamientos del secundario del transformador de tensión de la línea de alimentación de c.a. Con un valor fijo de tensión de polarización (E_0) aplicada a la reja de control de la válvula bajo prueba, el circuito funciona como un sencillo rectificador de onda completa. En el semiciclo de la tensión de c. a. en el que la placa P1 del doble diodo es positiva, circula una corriente por R1, que trata de mover la aguja indicadora del aparato de medida en una dirección. Cuando la tensión de c.a. se invierte y la placa P2 es positiva, la corriente circula por R2 e intenta mover la aguja del aparato de medida con una fuerza igual y opuesta en dirección al caso anterior. Ya que estas alteraciones tienen lugar con una frecuencia de repetición más bien rápida (tensión de alimentación de 60 ciclos), la fuerza resultante que actúa sobre la aguja indicadora del aparato de medida es nula, en consecuencia, permanece estacionaria en la posición cero.

Al mismo tiempo que se mantiene fija la tensión continua de polarización se aplica a la reja de control de la válvula bajo prueba una tensión de c.a. extraída de un secundario del transformador de la tensión de alimentación. Si esta tensión aplicada se hace positiva al mismo tiempo que P1 es positiva, la corriente de placa del triodo aumenta (disminuye la resistencia placa-cátodo). Ya que P1 es positiva y está conduciendo, la corriente circula por R1 incrementando la fuerza deflectora ejercida sobre la aguja del aparato de medida, en una dirección. Cuando la tensión que se aplica a la reja de control va en sentido negativo, la reja de control llega a ser más negativa, disminuyendo la corriente de placa (aumenta la resistencia placa-cátodo). Como P2 es ahora positivo y está conduciendo, la corriente que circula por R2 disminuye y como resultado la fuerza deflectora que se ejerce sobre la aguja del aparato de medida en este semiciclo de la c. a. no es suficiente para anular la fuerza ejercida durante el semiciclo precedente. De aquí, que la deflexión del aparato de medida es unidireccional y proporcional a la diferencia entre las corrientes que circulan por R1 y R2, como resultado de la aplicación de una tensión de c. a. a la reja del triodo. Por esta razón, las lecturas del aparato de medida indican los incrementos en la corriente de placa producidos por incrementos en la tensión de reja en condiciones dinámicas. A fines de comprobación de válvulas, se emplea este incremento de la corriente de placa para indicar la transconductancia de una válvula

bajo prueba. Cualquier desviación pronunciada sobre la lectura considerada como normal, de la transconductancia de una válvula específica, es índice de válvula defectuosa o inútil. El aparato de medida se puede calibrar en términos de bueno, regular y malo, o en micromhos.

(4) PRUEBAS ADICIONALES. - El comprobador de válvulas de emisión y el comprobador de válvulas de transconductancia, que son los dos tipos comunes de equipos comprobadores de válvulas que se encuentran sobre el terreno, pueden también incorporar circuitos que permitan efectuar las pruebas siguientes: la prueba de gas, la prueba de cortocircuitos y de ruido, la prueba de continuidad entre cátodo y filamento y la prueba de vida de la válvula. Estas pruebas se explicarán en los siguientes párrafos.

(a) LA PRUEBA DE CORTOCIRCUITOS Y DE RUIDO. - Es muy importante que el técnico realice la prueba de cortocircuitos en una válvula de calidad dudosa, antes de efectuar otras pruebas. Este procedimiento protege de averías al aparato de medida (o a cualquier otro indicador). También se deduce lógicamente, que si la válvula bajo prueba tiene elementos en cortocircuito no hay ninguna necesidad de realizar en esta válvula pruebas adicionales. Las pruebas de cortocircuitos son normalmente lo bastante sensibles como para indicar resistencias de pérdidas menores de 1/4 de megohmio aproximadamente. Se aplica la tensión correcta de filamentos, de forma que cualquier elemento de la válvula, que por efecto del calor se ponga en corto, sea detectado. La prueba de cortocircuito es similar a la prueba empleada para detectar los elementos ruidosos (microfonismo) o flojos. Puesto que la única diferencia entre las dos pruebas radica en la sensibilidad del sistema empleado como indicador, se discutirá la prueba de ruido como una parte de la prueba de cortocircuito. La figura 2-74 muestra el circuito básico para detectar los elementos en cortocircuito en el interior de una válvula. Con el conmutador en la posición 2 como indica la figura, la placa de la válvula bajo prueba se conecta al terminal del secundario del transformador que contiene la lámpara neón. Los restantes elementos se conectan por medio de conmutadores al otro terminal del secundario. Si la placa de la válvula está en contacto con cualquier otro elemento de la misma, se cierra el circuito de c.a. del secundario y como resultado ambas placas de la lámpara neón se encienden. Si no existe corto, solamente se ilumina una de las placas de la lámpara neón. Cada uno de los otros elementos se prueba mediante el dispositivo de conmutadores mostrado en la figura. La resistencia RZ limita la corriente que circula por la lámpara neón a un valor de seguridad. La resistencia RI puentea la lámpara neón a las pequeñas corrientes alternas que se pueden producir por las capacidades parásitas y de esta forma impide que la lámpara neón dé indicaciones erróneas. Se recomienda golpear la válvula ligeramente para detectar los elementos flojos que pueden ponerse en contacto cuando la válvula está sometida a vibraciones. La prueba de ruido es en realidad una prueba de cortocircuito muy sensible. En la figura 2-74 se derivan dos terminales de los bornes de la lám-

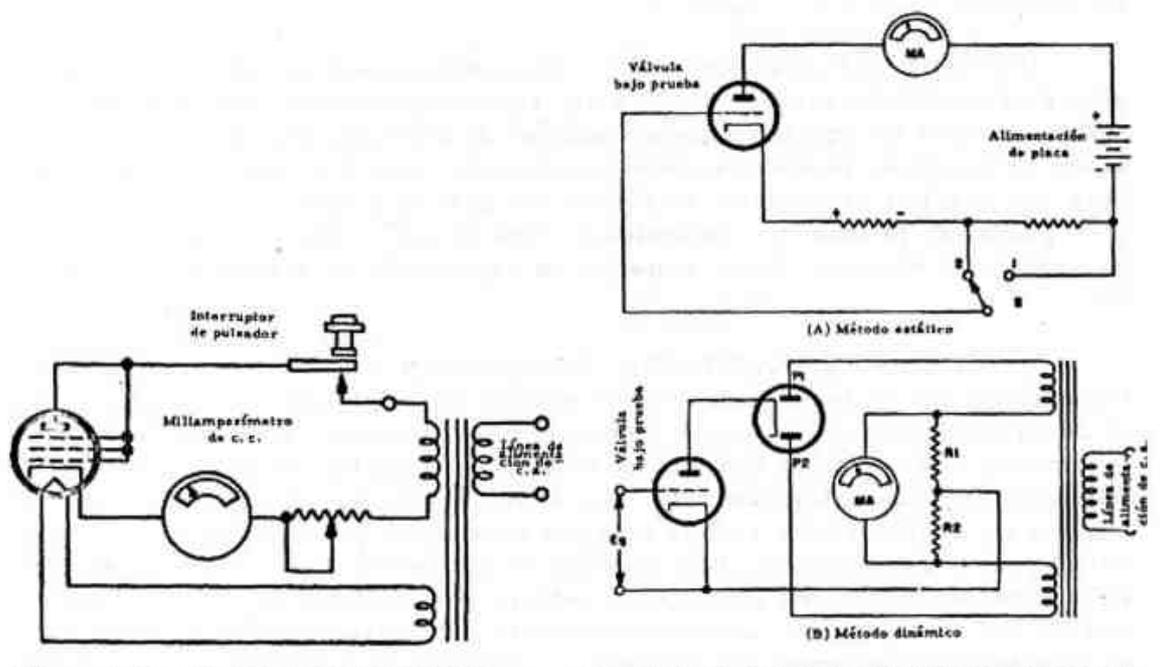


Figura 2-72 (IZQUIERDA). Circuito básico empleado para la prueba de emisión

Figura 2-73 (DERECHA). Circuito básico empleado en la prueba de la transconductancia:
(A) método estático y (B) método dinámico

La prueba de ruido es en realidad una prueba de cortocircuito muy sensible. En la figura 2-74 se derivan dos terminales de los bornes de la lámpara neón y se conectan a dos receptáculos externos rotulados "Prueba de Ruido". Se conecta a estos puntos un amplificador de alta ganancia (con altavoz). Quizá el amplificador más a mano para esta prueba sea un receptor radio ordinario. Se conectan los terminales de antena y de tierra del receptor a los de "Prueba de Ruido" y se realiza una prueba normal de cortocircuito golpeando ligeramente la válvula. Si los elementos de la válvula están flojos -quizá no lo suficientemente flojos para obtener una indicación en la lámpara neón- se oirán en el receptor fuertes impulsos de ruido (o estacionario), superpuestos y por encima del nivel de ruidos presente. La prueba de ruido se puede hacer también sin el empleo de un receptor de alta ganancia, simplemente insertando los terminales de un par de auriculares en los conectores para la "Prueba de Ruido". Esta última prueba, por supuesto, no es tan sensible como la efectuada con el amplificador, pero generalmente es más sensible que la prueba de cortocircuito realizada con la lámpara neón como indicador.

(b) LA PRUEBA DE GAS. - En todas las válvulas electrónicas, a excepción de algunos tipos de rectificadores, es extremadamente indeseable la presencia de cualquier cantidad apreciable de gas. Cuando existe gas, los electrones emitidos por el cátodo chocan con las moléculas del gas. Como resultado de estas colisiones, se desprenden electrones (por emisión secundaria) de las moléculas de gas y se forman iones positivos. Estos iones son atraídos (y se amontonan alrededor) por la rejilla de control de la válvula, debido a que es negativa (polarización), y absorben electrones del circuito de rejilla a fin de obtener moléculas de gas más estables (no ionizadas). Si la cantidad de gas en la válvula es apreciable, las colisiones entre las numerosas moléculas de gas y los electrones emitidos por el cátodo dan lugar a muchos electrones por emisión secundaria y la corriente de rejilla resultante es alta. El circuito básico empleado para la prueba de gas se muestra en la figura 2-75. Con el conmutador S en la posición 1, se mide en el miliamperímetro de c. c. un cierto valor de corriente de placa. Si no hay gas (o una cantidad despreciable) en la válvula, colocando el conmutador S en la posición 2 no cambia la lectura de la corriente de placa. Si existe gas, fluye corriente a través de la resistencia de rejilla (de alto valor), lo que da lugar a una caída de tensión de la polaridad que indica la figura. Esto se traduce en una reducción de la tensión negativa de polarización de la rejilla de la válvula y como consecuencia en un incremento de la corriente de placa. Pequeños incrementos en la corriente de placa son normales; grandes incrementos indican gas en exceso.

(c) PRUEBA DE CONTINUIDAD ENTRE CÁTODO Y FILAMENTO.

- El cátodo de una válvula electrónica es esencial puesto que suministra los electrones necesarios para el funcionamiento de la misma. Los electrones se desprenden del cátodo mediante alguna forma de energía -generalmente calor- que se le aplica. Un cátodo de caldeo indirecto consta de un hilo calefactor (generalmente de una aleación de tungsteno) recubierto, pero al mismo tiempo aislado, de una camisa de metal (níquel). Esta camisa está recubierta de un material emisor de electrones (normalmente compuestos de estroncio o de bario) en su superficie exterior y es calentada por el calefactor por radiación y conducción.

El hilo calefactor no proporciona una emisión útil .

Cuando una válvula que emplea caldeo indirecto genera ruido , es casi seguro que exista una continuidad entre el cátodo y el filamento . Esta suposición está justificada porque en el diseño de la válvula el filamento se debe colocar lo más próximo posible al cátodo para obtener la máxima eficacia de la válvula. Los continuos calentamientos y enfriamientos que experimenta la estructura de la válvula pueden dar lugar a que se quebrante o deteriore en parte el aislamiento entre el cátodo y el filamento, proporcionando un paso de alta resistencia entre estos elementos. En condiciones extremas se puede perder el aislamiento hasta llegar a estar en contacto los elementos. Ya que el filamento y el cátodo raras veces es tan al mismo potencial, cualquier tipo de continuidad entre ellos da lugar a que se genere ruido en la válvula. Normalmente, el cátodo posee un potencial positivo más alto, debido a que la polarización automática por cátodo es el tipo de polarización más comúnmente usado. El circuito de filamento esta normalmente al potencial del chasis, bien por un terminal de la fuente de alimentación de filamentos o mediante un dispositivo de toma central. Por esta razón, si existe una continuidad, puede fluir una corriente de pérdidas desde el filamento hacia el cátodo. Así, en realidad el cátodo funciona de la misma manera que la placa de una válvula; es decir, recibe electrones. Suponiendo la existencia de una continuidad de alta resistencia, la corriente que fluye desde el filamento al cátodo variará con las vibraciones de la válvula, puesto que tales vibraciones harán variar la resistencia. Si el cátodo y el filamento están completamente cortocircuitados (cero ohmios), es imposible obtener una polarización catódica.

La prueba de continuidad entre cátodo y filamento se realiza algunas veces mientras se efectúa la prueba de cortocircuitos y de ruido. Sin embargo, algunos instrumentos de comprobación de válvulas incorporan la prueba de continuidad entre cátodo y filamento como una prueba adicional que no forma parte de la prueba de cortocircuitos. La figura 2-76 muestra el circuito básico que se emplea para detectar la continuidad entre el filamento y el cátodo de una válvula. Con el conmutador S en la posición 2, se obtiene un cierto valor en la corriente de placa. Cuando el conmutador S se coloca en la posición 1, el cátodo se convierte en un elemento flotante; si no existe continuidad, la corriente de placa debe de caer a cero. Si los elementos están completamente en corto, la lectura de la corriente de placa se mantiene con el mismo valor que en la lectura inicial (conmutador S en la posición 2); si solo están parcialmente cortocircuitados se obtendrá una corriente de placa menor que la normal pero mayor que cero.

(d) PRUEBA DE VIDA DE LA VÁLVULA, -Se emplea esta prueba para determinar la vida aproximada remanente de una válvula electrónica, en lo que respecta a la longevidad del cátodo emisor

La prueba se basa en el principio de que en casi todas las válvulas electrónicas el cátodo está construido de forma que una disminución de un 10% en la tensión de filamentos especificada no produce una disminución apreciable en la emisión.

En un equipo de comprobación de válvulas que incorpore esta prueba,

En un equipo de comprobación de válvulas que incorpore esta prueba, existe un conmutador de dos posiciones (PRUEBA DE VIDA), una de las cuales va marcada con NORMAL y la otra con PRUEBA. El conmutador permanece en la posición NORMAL en todas las demás pruebas que no sean las de vida- de la válvula. Cuando el conmutador se coloca en la posición PRUEBA» la tensión de filamentos (o de caldeo) que se aplica a la válvula bajo prueba se reduce en un 10 %.

La prueba de vida se realiza de la forma siguiente: Una vez efectuada la prueba de calidad, se mantiene oprimido el pulsador PRUEBA DE LA VÁLVULA, y el conmutador de prueba de vida se coloca en la posición PRUEBA. Si el indicador da una lectura menor después de haber dejado pasar un tiempo razonable para que se enfríe el cátodo, la vida útil de la válvula está, próxima a su fin.

EQUIPOS COMPROBADORES DE VÁLVULAS. - Se han desarrollado un gran número de diferentes tipos de equipos para probar la calidad de las válvulas electrónicas. Los instrumentos de tipo puente se emplean en trabajos de laboratorio para la medida de tres parámetros importantes de las válvulas electrónicas controladas por rejillas: estos son el factor de **amplificación (μ)**, la **resistencia de placa (r_p)** y la **transconductancia (G_m)**.

Las características de los diodos y rectificadores se comprueban midiendo la corriente de placa que resulta cuando se aplica una tensión de placa de un valor especificado. Estas medidas con instrumentos tipo puente, así como los cálculos inherentes a las pruebas completas de laboratorio, son tediosos y se llevan mucho tiempo. Para que un equipo de comprobación de válvulas le resulte de empleo práctico al técnico sobre el terreno, debe proporcionar una estimación sencilla y rápida de la calidad de una válvula. Al mismo tiempo que emplean los principios básicos de las comprobaciones de laboratorio, las pruebas de válvulas efectuadas por los comprobadores de válvulas utilizan generalmente métodos simplificados, y aunque los resultados de las mismas están limitados en exactitud, sirven de forma práctica para evaluar la condición de una válvula. Los equipos comprobadores de válvulas sin embargo, tienen ciertas limitaciones ya que, aunque comparan las válvulas con unos valores "standard" determinados, no revelan cómo se comporta una válvula en un circuito bajo ciertas condiciones específicas. La indicación final, y más exacta, de la condición de una válvula es su habilidad para funcionar en un circuito proyectado para su empleo. Se deduce entonces que los comprobadores de válvulas, aunque limitados por razón de su relativa inexactitud, se consideran todavía como una ayuda importante para localizar averías con rapidez, puesto que proporcionan una estimación rápida de la condición en que se encuentran las válvulas electrónicas.

(1) COMPROBADORES DE VÁLVULAS. - Actualmente existen dos tipos diferentes de equipos comprobadores de válvulas que se emplean corrientemente sobre el terreno. Estos equipos, que se distinguen por la característica comprobada de la válvula, se conocen con los nombres de comprobador de tipo emisión y comprobador de tipo transconductancia.

(a) EL COMPROBADOR DE TIPO EMISIÓN. - El comprobador de tipo emisión mide la condición en que se encuentra la superficie del cátodo emisor. El fin de la vida útil de una válvula va precedido normalmente de una reducción de la emisión de electrones, esto es, el cátodo llega a ser incapaz de suministrar el número de electrones necesarios para el funcionamiento correcto de la válvula. Asimismo si la válvula tiene un elemento a circuito abierto, este defecto impide una emisión correcta y el comprobador indica que la válvula se debe descartar.

El comprobador de tipo emisión tiene ciertas limitaciones y desventajas. Ya que el fabricante de una válvula no establece un punto definido de emisión al 100 % que se puede emplear como referencia, **la prueba de emisión no resulta concluyente**, Una emisión alta no indica necesariamente que la válvula esta, en buen estado, ya que esta condición se puede dar en una válvula con una estructura de rejilla defectuosa o en una que tenga un punto altamente emisivo en su cátodo, También se han observado emisiones muy altas precisamente antes de que una válvula falle completamente; de aquí que las emisiones sensiblemente bajas, no indican necesariamente en todos los casos que una válvula esté próxima al final de su vida. Una desventaja más de la prueba de emisión es la liberación de gas dentro de la válvula cuando se aplican tensiones de prueba de c.a. , a menos que la prueba se lleve a cabo con rapidez.

También, debido a que la válvula no funciona en esta prueba con sus tensiones electrónicas de c. c. recomendadas, la comprobación no se realiza bajo las condiciones reales de funcionamiento. También es posible que una válvula muestre una emisión normal y en cambio no funcione correctamente. La razón de esta anomalía es que la eficacia de una válvula depende de la habilidad de la tensión de rejilla para controlar la corriente de placa.

Los comprobadores del tipo emisión prueban únicamente la corriente de placa desarrollada y no la habilidad de la rejilla para controlar dicha corriente.

El comprobador de tipo transconductancia si comprueba esta última característica.

(b) EL COMPROBADOR TIPO TRANSCONDUCTANCIA. - El comprobador de tipo transconductancia proporciona una evaluación más exacta de la condición de una válvula que el comprobador del tipo emisión, debido a que mide la habilidad de amplificación de la válvula bajo condiciones simuladas de un circuito. Se mide la transconductancia y luego se compara con los valores establecidos por el fabricante de la válvula.

La escala del aparato de medida de este tipo de comprobador de válvulas se calibra normalmente para indicar la transconductancia (G_m), bien directamente en micromhos o indirectamente en términos de buena, débil, o mala.

Una válvula amplificadora de tensión o de potencia se considera defectuosa cuando su transconductancia disminuye al 70 % del valor establecido en las tablas "standard" de válvulas; la sección osciladora de una válvula convertora se considera defectuosa cuando su transconductancia disminuye al 60 % del valor de las tablas.

(c). FUNCIONAMIENTO DE UN COMPROBADOR DE VÁLVULAS TÍPICO. -
-El equipo comprobador de válvulas cuyo funcionamiento se va a estudiar a continuación» es un modelo típico de equipo de prueba de empleo general del tipo transconductancia. El comprobador de válvulas de la Marina **1-177**

((1)) ANÁLISIS GENERAL. - Los mandos del panel frontal de este comprobador ajustan (o conmutan) los diferentes potenciales necesarios para la prueba de válvulas. La carta donde figuran los datos de las válvulas (editada en forma, de libro) que se suministra con el equipo, relaciona las posiciones de los mandos para los diferentes tipos de válvulas que generalmente se encuentran sobre el terreno.

PRECAUCIÓN

Antes de colocar la válvula que se va a probar en el zocalo de prueba apropiado, asegurarse de que los mandos del panel frontal están las posiciones indicadas en la carta de datos para ese tipo de válvula.

Esta precaución es necesaria para evitar que se apliquen a los elementos de la válvula tensiones excesivas (especialmente de filamento).

La figura 2-77 muestra el diagrama esquemático de conjunto de un comprobador de válvulas típico. Al principio este diagrama puede parecer complicado, pero se comprende fácilmente si se divide en los circuitos que realizan las siguientes misiones y pruebas: el ajuste y prueba de la tensión de alimentación, la prueba de cortocircuitos, la prueba de ruido, la prueba de gas, la prueba de rectificadores y la prueba cualitativa.

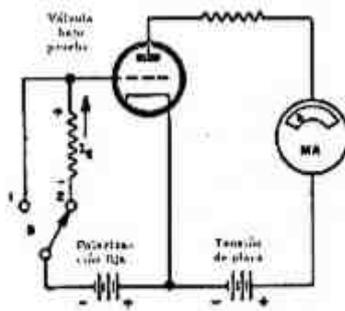


Figura 2-75. Circuito básico empleado para la prueba del gas.

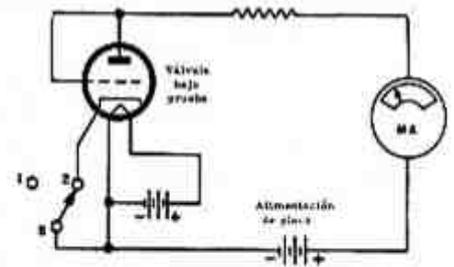


Figura 2-76. Circuito básico empleado para la prueba de continuidad entre cátodo y filamento.

(a) LA PRUEBA Y AJUSTE DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN.

- Es necesario ajustar la tensión de alimentación para que la tensión que se aplica al primario del transformador sea de un valor de funcionamiento de 93 voltios (empleado como punto de referencia), independientemente de las variaciones producidas por las cargas que implican las diferentes válvulas o por fluctuaciones en la alimentación de c. a. que pueden tener un margen de variación desde 105 a 130 voltios y que, aun así y todo se pueda ajustar al valor correcto de funcionamiento.

Oprimiendo el pulsador PRUEBA DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN se conecta el aparato de medida del comprobador de forma que indique la tensión de la fuente de alimentación de placa 4 B. El equipo de prueba se calibra en fábrica de forma que la aguja indicadora del aparato de medida marque 1. 500 micromhos (aproximadamente el centro de la escala) cuando la tensión en el primario es de 93 voltios. Puesto que los diferentes 9 tipos de válvulas conducen, distintos valores de corriente, se dispone de un reostato AJUSTE DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN (conectado en serie con el primario) para poder poner la tensión del primario a la tensión proyectada para su funcionamiento, antes de iniciar cualquier prueba. Se conecta en serie con el primario del transformador una pequeña lámpara de protección que se quemará a las Sobrecargas y evitará averías en el equipo.

(b) LA PRUEBA DE CORTOCIRCUITOS, - El circuito utilizado para la prueba de cortocircuitos (figura 2-77) es similar al circuito básico mostrado en la figura 2-75.

PRECAUCIÓN

La prueba, de cortocircuitos en los elementos de una válvula se debe realizar antes de intentar cualquiera otra prueba. Si se encuentra un cortocircuito, no se deben realizar más pruebas, o de lo contrario se puede averiar el aparato de medida u otros indicadores del instrumento.

Por medio de un conmutador giratorio de cinco posiciones denominado PRUEBA DE CORTOS EN LA VÁLVULA, se conectan en sucesión a través de una lámpara neón de CORTOCIRCUITO los electrodos de la válvula bajo prueba. Esta lámpara está conectada en serie con el secundario del transformador. Los elementos (y cualquier otra conexión interna de la válvula) en corto cierran el circuito de c. a. , haciendo que ambas placas de la lámpara neón se enciendan. Se pueden producir destellos momentáneos en la lámpara neón de CORTOCIRCUITOS, cuando se gira el conmutador. Estos destellos se producen por la carga de las pequeñas capacidades interelectrónicas de la válvula y no indican cortocircuitos. Si la válvula bajo prueba tiene un elemento en corto, la lámpara se encenderá de forma continua en una o más posiciones del conmutador. Ya que el circuito de filamentos y otras conexiones internas de la válvula se mostraran como corto circuitos en esta prueba, se debe consultar la carta de datos de válvulas para obtener una información acerca de las conexiones entre las patillas, antes de interpretar los resultados obtenidos.

(c) LA PRUEBA DE RUIDO, - La prueba de ruido se emplea para comprobar cortos intermitentes o ruido microfónico. El circuito utilizado es el mismo que se emplea para la prueba de cortocircuitos. Ver figura 2-67. En las pruebas de ruido, se conectan los terminales de antena y tierra de un receptor radio a los terminales de salida PRUEBA DE RUIDO."

Cualquier corto intermitente entre los electrodos permite que la tensión de c.a. del transformador de alimentación se aplique momentáneamente a la lámpara neón. La oscilación breve de esta lámpara contiene varias radiofrecuencias que se reproducen como señales audibles en el altavoz del receptor. Se puede realizar una prueba de ruido menos sensible empleando un par de auriculares en lugar de un receptor radio. La válvula debe ser golpeada ligeramente mientras se está probando.

(d) LA PRUEBA DE GAS, - El circuito para la prueba de gas (figura 2-67) es similar al circuito básico mostrado en la figura 2-75. El valor de la resistencia de reja empleada en el comprobador de válvulas típico es de 180.000 ohmios. Se emplean dos conmutadores de tipo pulsador para esta prueba, denominados GAS N° 1 y GAS N° 2. Se aprieta primero el pulsador GAS N° 1, y se anota la lectura de corriente de placa del aparato de medida. Apretando el pulsador denominado GAS N° 2 se inserta en el circuito de reja la resistencia de 180.000 ohmios. Si existe gas en la válvula, la circulación de corriente de reja reduce la polarización normal de la válvula e incrementa la corriente de placa indicada por el aparato de medida. Una válvula que tenga una cantidad de gas despreciable produce un incremento en la corriente de placa de menos de una división de la escala, cuando se aprieta el pulsador GAS N° 2.

Un incremento de más de una división de la escala indica que en la válvula existe una cantidad excesiva de gas.

(e) LA PRUEBA DE RECTIFICADORES, - El circuito (figura 2-77) empleado para la prueba de rectificadores de onda completa, diodos y válvulas OZ4, es un circuito de prueba de emisión similar al circuito básico mostrado en la figura 2-72. Se aplica a la válvula bajo prueba una tensión de c.a. de un valor definido y el aparato de medida indica la corriente rectificadora de placa. Las dos secciones de un rectificador de onda completa se prueban con independencia. El pulsador para la prueba de las válvulas rectificadoras de cátodo frío OZ4 proporciona una tensión de c. a. más alta que la que normalmente se emplea para las válvulas rectificadoras de calefactor (o filamento). El pulsador para la prueba de las válvulas diodo proporciona una tensión más baja que la que se emplea en los rectificadores normales y al mismo tiempo inserta una resistencia de protección en serie.

(f) LA PRUEBA CUALITATIVA. - En la prueba cualitativa se emplea una escala de buena - débil - mala, u otra en la que se mide directamente la transconductancia dinámica (en micromhos). La polarización de c. c. de reja de la válvula bajo prueba está suministrada por una válvula rectificadora 5Y3G. como muestra la figura 2-77. El valor correcto de esta polarización de reja se obtiene cuando el mando R del panel (un potenciómetro de 3 kilo-Ohms) se coloca en la posición indicada por la carta de datos para la válvula que se está probando.

En serie con la polarización de rejilla, se aplica una tensión de c.a. (4, 7 voltios eficaces) que se obtienen de un arrollamiento independiente del transformador de alimentación. Esta tensión hace que la rejilla aumente y disminuya de tensión con referencia al nivel de la polarización continua, efectuándose de esta forma los cambios de **tensión de rejilla ($A E_k$)** requeridos para una prueba de transconductancia dinámica. La tensión de placa de la válvula bajo prueba la proporciona una válvula rectificadora 83. El aparato de medida que indica los cambios de la **corriente de placa ($A I_s$)** está en el circuito de retorno del rectificador de alimentación.

El mando L del panel (un potenciómetro dual), que está en paralelo con el aparato de medida, se emplea para ajustar la resistencia en derivación de forma que la aguja del aparato de medida proporcione una indicación correcta en la escala de bueno-débil-mal o. En la medida directa de la transconductancia, el conmutador del panel, **denominado MICROMHOS**, coloca resistencias adicionales en derivación a través del aparato de medida, proporcionando tres márgenes de escala en micromhos. La posición (indicada en la carta de datos) de este conmutador está determinada por el tipo de válvula que se está probando. El funcionamiento de este circuito es el mismo que el del circuito básico mostrado en la parte (B) de la figura 2-73, que se discutió en el párrafo 2-12. a. (3((b)).

((2)). INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA SOBRE VÁLVULAS ELECTRÓNICAS,

- La siguiente discusión basada en las consecuencias extraídas de los partes de averías, se presenta de forma que proporcione al técnico una información específica concerniente a las averías de las válvulas electrónicas y a los factores que afectan a la vida de las mismas.

(1) AVERIA EN LAS VÁLVULAS, - La experiencia ha demostrado que las averías de las válvulas se pueden clasificar "a grosso modo como sigue:

defectos mecánicos y gas en el interior de la válvula, filamento (o circuito de caldeo) quemado, variación de las características de la válvula, averías físicas, y cortos intermitentes. Los defectos mecánicos y el aumento de la presión de gas dentro de la válvula se atribuyen a una construcción y acabado defectuosos. Algunos de estos defectos no se pueden detectar por medio de los métodos de prueba normales hasta que las válvulas han estado funcionando algún tiempo. Los filamentos se pueden quemar por la aplicación rápidamente repetida de toda la tensión de filamento. El caldeo inicial del filamento no es uniforme. Como consecuencia de ello, se desarrollan esfuerzos mecánicos debidos a la dilatación térmica, y estas dilataciones debilitan la estructura del filamento y aceleran el fin de su vida. La variación de las características de la válvula constituye una clasificación muy amplia y cubre la disminución en la emisión, el cambio de la tensión de corte, el cambio en la transconductancia, etc. Tales cambios son normalmente el resultado del deterioro de la estructura catódica, o de la formación en la válvula de una superficie catódica por la cara interna del cátodo, o de los cambios en las posiciones relativas de los distintos electrodos. Las averías físicas son en gran parte accidentales. Incluyen las roturas, la curvatura de las patillas y la aplicación inadvertida de tensiones excesivas. Los cortos intermitentes están producidos principalmente por materias extrañas, tales como hilillos conductores en el interior de la válvula.

(2) LA VIDA DE LA VÁLVULA ELECTRÓNICA. - Las válvulas que han funcionado durante varios cientos o un millar de horas con características relativamente estables son de mas confianza que las válvulas nuevas que se acaban de extraer de los respetos. En general, no resulta aconsejable sustituir todo un grupo de válvulas después de un numero predeterminado de horas, sin tener en cuenta el estado en que se encuentran. En efecto, si las válvulas han funcionado durante un tiempo apreciable, se pueden alargar los intervalos entre pruebas. Sin embargo, ciertas válvulas son notorias por su funcionamiento limitado, y en tales casos su sustitución periódica evitará muchas averías. La válvula TR que se emplea en los equipos radar constituye un buen ejemplo de válvula que hay que sustituir a intervalos regulares.

Se ha observado que haciendo trabajar las válvulas nuevas en un banco de pruebas durante un tiempo de 100 a 300 horas antes de usarlas, se elimina el 80 % de las válvulas que fallarían al cabo de poco tiempo en un equipo electrónico. En ese trabajo previo se puede hacer que circule por la válvula una corriente constante, de forma que la placa y la pantalla operen con una disposición comprendida entre la mitad y el total del valor especificado. Esta prueba revela en corto tiempo los cambios de las características de la válvula, la emisión incorrecta, los defectos mecánicos inherentes, las condiciones gaseosas, las curvaturas o deformaciones de las estructuras de rejilla, Las soldaduras defectuosas, y las envueltas rajadas. Las válvulas que sobreviven a las primeras trescientas horas de funcionamiento con solo pequeños cambios de sus características se consideran que poseen "buenas cualidades" para funcionar durante miles de horas. Se puede aumentar la vida de una válvula si se evitan frecuentes encendidos y apagados de la tensión de filamento. La corriente inicial que circula por los filamentos fríos es mucho mayor que la corriente normal de funció-

SECCIÓN 3

((3)) PRUEBAS-TÉCNICAS Y PRACTICAS

3-1, PRUEBAS ELECTRÓNICAS-GENERALIDADES.

El término "pruebas", tal como se emplea a lo largo de este manual, fue definido en el párrafo 1-2, y se consideró que constaba de medidas, pruebas y comprobaciones. Cuando estas medidas, pruebas y comprobaciones se realizan en los equipos (o sistemas) electrónicos, pueden proporcionar una información que determina que estos equipos se encuentran en condiciones aceptables, o bien pueden traducirse en la exposición de una situación anormal de los mismos. En el primer caso, las pruebas (e inspección) demuestran que los equipos están trabajando dentro de las tolerancias, lo que se traduce en el establecimiento de un tipo de mantenimiento que es preventivo por naturaleza. En el segundo caso, las pruebas (e inspecciones) revelan unas situaciones anormales, que deben corregirse si los equipos han de trabajar de acuerdo con las misiones para las que han sido diseñadas. El resultado de estas pruebas establece otra forma de mantenimiento que por naturaleza es correctivo. Así, aplicando tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo, se llega a la conclusión de que se conservan los equipos electrónicos funcionando continuamente y se mantiene un rendimiento razonablemente próximo al valor normal fijado por el fabricante.

a.) PRUEBAS DE RENDIMIENTO. - El personal técnico responsable del funcionamiento y mantenimiento de los equipos electrónicos, dispone de datos sobre las pruebas de rendimiento, así como de información general sobre el mantenimiento de estos equipos. Actualmente (), varios equipos navales disponen de unos libros titulados "Performance Standards" (Valores Normales). Estos libros se han editado para un equipo o sistema naval en particular y tienen por objeto capacitar al técnico para, efectuar una evaluación (o comparación) inteligente sobre las posibilidades de funcionamiento de ese equipo en particular; al mismo tiempo sirven para una estimación de la eficacia del equipo. Los valores normales se proyectaron para tener la certeza de que los equipos funcionan en todo momento con su máximo rendimiento, y para hacer patente cualquier variación de este rendimiento, indicando de esta forma la necesidad de tomar medidas correctivas. La información que proporcionan estos libros de comprobación del rendimiento permite al técnico realizarla paso por paso y está presentada en forma gráfica figurando con toda claridad todas las conexiones y equipos de prueba a utilizar en cada uno de los pasos. Los valores normales van acompañados de un Libro de Comprobación del Mantenimiento, que proporcionan procedimientos detallados y completos y hojas para el registro de datos, que permiten al técnico poder comparar el rendimiento del equipo con los valores establecidos como normales. Estos libros (POMSEE) y otros datos disponibles de las pruebas, son concisos y se bastan por sí mismos y cubren las necesidades de un sistema o equipo en particular.

- hoja 16 de 19 -

Las pruebas de rendimiento se discuten en este párrafo para mostrar la relación que existe entre este tipo de pruebas y el mantenimiento preventivo, como medio de hacer hincapié en que los resultados finales pueden indicar la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento correctivo. En el texto que sigue a continuación se discutirá tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo. La localización de averías -considerada como la parte principal del mantenimiento correctivo- se analizará con detalle.

b). MANTENIMIENTO PREVENTIVO. - El mejor trabajo de mantenimiento es preventivo por naturaleza, siendo detectados los fallos en potencia y corregidos antes de que lleguen a presentarse. El mantenimiento preventivo se define como aquellas medidas que se toman periódicamente, o cuando haga falta, para conseguir la máxima eficacia en el rendimiento, para asegurar la continuidad en el funcionamiento, para evitar las averías importantes y para alargar la vida útil del equipo o sistema. Esta forma de mantenimiento consta principalmente de limpieza, lubricación, e inspecciones periódicas dirigidas a descubrir situaciones, que si no se corrigen pueden traer consigo averías que requieran grandes reparaciones.

(I) INSPECCIONES. - Las inspecciones se dividen en dos grandes categorías. La primera de ellas es la **inspección visual** normal de los aspectos mecánicos de los equipos con el objeto de encontrar polvo, corrosiones, conexiones sueltas, defectos mecánicos y otras fuentes de averías. La segunda categoría comprende las inspecciones funcionales que se realizan mediante pruebas periódicas y, con menos frecuencia, en los bancos de pruebas. Para obtener los mayores frutos de estas inspecciones funcionales, se debe llevar un registro cuidadoso de los datos de cada uno de los equipos. El valor de estos registros quedará demostrado de muchas maneras. La comparación de los datos obtenidos de un equipo particular en diferentes ocasiones revela cambios lentos y progresivos, que pueden ser demasiado pequeños para apreciarlos en una sola prueba. Siempre que los cambios observados semanalmente sean pequeños, se deben seguir cuidadosamente, de forma que las reparaciones o sustituciones necesarias se puedan realizar antes de que se alcancen los límites mínimos de los valores normales. Todas las variaciones acusadas se deben considerar como anormales y hay que investigarlas inmediatamente. Otra ventaja de los registros sistemáticos de los datos de rendimiento es que el personal encargado del mantenimiento se familiariza más rápidamente con el equipo. La experiencia acumulada que contienen los registros proporciona una guía para localizar las averías con exactitud y rapidez. Los trabajos de mantenimiento y pruebas, así como el registro de datos, se deben realizar sistemáticamente. Aunque se requiere una secuencia lógica en los pasos a dar, esto no implica la necesidad de atenerse rígidamente al procedimiento paso por paso marcado en los libros de instrucciones. Trabajando con un concepto claro del procedimiento general de mantenimiento, el personal encargado de llevarlo a cabo debe analizar los resultados obtenidos para eliminar los pasos innecesarios.

- hoja 17 de 19 -

c.) MANTENIMIENTO CORRECTIVO. - El mantenimiento correctivo consiste en la localización y corrección de averías donde quiera que un sistema o equipo deje de funcionar adecuadamente. La avería se puede corregir mediante ajustes eléctricos o mecánicos o puede ser necesario sustituir uno o más elementos. Los Partes de Averías, por regla general, se ejecutan cuando se sustituye un elemento defectuoso. Estos partes son importantes, ya que las estadísticas que se derivan de ellos pueden emplearse para determinar las futuras necesidades de repuestos. Estas estadísticas se pueden emplear también para mejorar el diseño de los equipos futuros.

(c1) LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS - El mantenimiento correctivo está, en su mayor parte, referido a la localización de averías que se puede dividir en dos fases. La primera fase es la localización de la avería en el sistema. Está basada en el procedimiento de puesta en marcha y se ha proyectado para localizar la unidad en donde está la avería. La segunda fase es la localización de la avería en la unidad y se ha proyectado para encontrar la avería dentro de la unidad. En algunos casos es posible determinar la unidad averiada sin seguir el procedimiento de localización de la avería en el sistema. Muy a menudo resulta imposible determinar qué unidad es la averiada hasta que se ha seguido totalmente o en parte el procedimiento de localización de avería en el sistema.

(a.) FORMA DE AISLAR LA AVERÍA. - Cuando se ha centrado un funcionamiento anormal en un paso en particular o en un grupo de pasos que están relacionados funcionalmente, se puede aislar e identificar el origen de la avería como ocasionado por un componente o un grupo de componentes defectuosos. Para hacer esto es necesario a veces desmontar el equipo en todo o en parte. Una vez desmontado, la avería puede hacerse inmediatamente aparente por medio de una simple inspección visual, con lo que la misma, se corregiría mediante sustitución o reparación. Si la avería no resulta inmediatamente aparente, se debe seguir un procedimiento más detallado para aislar y reparar o reemplazar el componente del circuito responsable de la avería. Este procedimiento consiste en comprobaciones de las válvulas comprobaciones de resistencias y tensiones punto por punto, análisis de las formas de onda, y finalmente reparación o sustitución del componente defectuoso.

(b) COMPROBACIÓN DE VÁLVULAS. - Los fallos en las válvulas electrónicas son responsables del mayor porcentaje de las averías que tienen lugar en los equipos o sistemas. Sin embargo, si un sistema en particular emplea un gran número de válvulas, resulta obvio que es poco práctico y no constituye una buena política que el técnico intente localizar las averías mediante comprobaciones generales de las válvulas. Únicamente cuando se ha localizado la avería en un paso en particular se deben comprobar las válvulas y aun entonces solamente aquellas que están relacionadas con los circuitos que no funcionan correctamente. Cuando se sustituye una válvula en un circuito, observar y registrar las posiciones de los mandos del equipo antes de cambiar la posición de cualquiera de ellos. Realizar en la nueva válvula las pruebas de cortocircuitos y de gas antes de insertarla en el circuito.

- hoja 18 de 19 -

Si al ajustar los mandos con la nueva válvula en su sitio, no se corrige la situación anormal, colocar de nuevo los mandos en su posición original y a menos que un comprobador de válvulas de toda garantía demuestre que la válvula original era defectuosa, colocar la válvula vieja en el circuito. Después de reemplazar una válvula en un circuito, hay que decidir inmediatamente si debe conservarse o no la válvula vieja. Si -se decide conservarla, marcarla para que esa válvula no se vuelva a colocar en el zócalo en que estaba antes, ya que de otro modo se volvería a producir la avería. No sustituir las válvulas en forma promiscua, ya que se acumularán válvulas cuya edad y situación se desconoce (o es incierta). En muchos circuitos de alta frecuencia la capacidad interelectrónica de una válvula constituye una parte significativa de un circuito sintonizado; por esta razón, cuando se cambian las válvulas, se puede perturbar la sintonía de los circuitos. Por tanto si se efectúan demasiadas sustituciones de válvulas se puede desalinear la unidad.

(c) MEDIDAS DE RESISTENCIAS. - Normalmente se pueden localizar con rapidez los elementos defectuosos midiendo la resistencia a la corriente continua que existe entre varios puntos del circuito y un punto o puntos de referencia (normalmente tierra), ya que cuando se produce una avería se originan generalmente cambios en los valores de la resistencia. Las cartas de resistencia punto por punto se pueden usar ventajosamente en estas ocasiones. Los valores dados en las cartas, a menos que se establezca otra cosa, están medidos entre los puntos indicados y tierra.

Antes de efectuar medidas de resistencia, hay que asegurarse de que se ha desactivado totalmente el equipo bajo prueba. Un ohmímetro es en esencia un voltímetro con escala de tensiones pequeña y una batería. Si el ohmímetro se conecta a un circuito que posee tensión» la aguja indicadora puede ser obligada a moverse más allá de lo que permite la escala y se puede avernar de forma definitiva el mecanismo del aparato de medida. Descargar los condensadores de filtro antes de realizar medidas de resistencia. Esto es de extremada importancia cuando se comprueban fuentes de alimentación que se han desconectado de sus cargas. Si un condensador se descarga a través del aparato de medida, esta corriente de descarga puede quemar el mecanismo del aparato de medida. Aun más, el contacto con un circuito que contiene un condensador cargado puede poner en peligro la vida de la persona que realiza la prueba.

(d) MEDIDAS DE TENSIÓN. - Puesto que la mayoría de las averías que se encuentran en los equipos o sistemas se deben a tensiones anormales o producen tensiones anormales, las medidas de tensión se consideran como una ayuda indispensable para localizar la avería. Las técnicas de pruebas que utilizan las medidas de tensión, tienen también la ventaja de que no se interrumpe el funcionamiento del circuito. El técnico dispone de cartas de medidas de tensión punto por punto, que contienen las tensiones normales de funcionamiento de los diferentes pasos del equipo. Estas tensiones se miden normalmente entre los puntos indicados y tierra, a menos que se indique otra cosa. Cuando se hacen medidas de tensión, se considera una buena costumbre el colocar inicialmente el voltímetro en la escala