



SISTEMAS ANTIRRADAR

Por JORGE DEL CORRAL Y HERMIDA
Capitán de Fragata.

Importancia de las medidas antirradar durante la segunda Guerra Mundial.

Conocida es para todos la decisiva contribución que prestó el radar durante la segunda Guerra Mundial, para el éxito de las operaciones aéreas, navales y terrestres de los beligerantes, y más particularmente, para el bando vencedor. Mucho se lleva ya escrito sobre las innumerables y valiosísimas aplicaciones que tuvo esta extraordinaria arma electrónica, que resume en sí misma la más perfecta técnica de la industria radioeléctrica. *Puede afirmarse, sin vacilación alguna, que su adecuada utilización significó la victoria en la mayor parte de los casos y, en todos, una considerable reducción en el porcentaje de bajas ocurridas en los combates.* Y en apoyo de esta última afirmación, que a muchos puede parecerle harto

atrevida, vamos a presentar una sucinta relación de hechos que lo atestiguan.

Sabemos que, desde el comienzo de las hostilidades, tenía instalada la Gran Bretaña en su costa oriental la famosa cadena de estaciones radar CH (Chain Home), para la detección a distancia de los aviones de bombardeo atacantes, que poco después la completó con la más perfeccionada CHL (Chain Home Low-flying) para localizar mejor a los aviones que se aproximaban en vuelo rasante. Dado el enorme alcance de este sistema de detección, alrededor de 200 millas, el aviso de aproximación podía obtenerse con tiempo más que suficiente para la adopción de toda clase de medidas de defensa pasiva de la población civil y para las de

defensa activa de los núcleos amenazados, tales como el alertar a la artillería antiaérea y el hacer despegar a la aviación de caza. No es preciso hacer resaltar la enorme economía de vidas humanas que esta medida de previsión constituyó para los aterrizados habitantes de las zonas afectadas y para los propios aviadores defensores. Parecido sistema, incluso más perfeccionado, e idénticos beneficios, significó para los alemanes la instalación de sus redes de radiocalización a gran distancia, cuando los aliados pasaron de la defensiva a la ofensiva aérea y *aún persistía la eficacia de sus equipos.*

En los combates aéreos, tanto diurnos como mala visibilidad como nocturnos, aquellos aviones cuyo equipo radar fué más eficiente o en los que el adiestramiento del operador valoró más sus indicaciones, llevaron siempre una neta ventaja sobre sus contrincantes, como es lógico deducir de una pelea entre quien ve y quien lleva una venda sobre sus ojos. Y no digamos nada de la valiosa ayuda que el radar significó para las direcciones de tiro antiaéreo, al permitirles seguir y derribar a los bombarderos que efectuaban su mortífera destrucción amparados por la niebla, las masas nubosas o la noche.

Si del espacio aéreo pasamos al teatro naval, los ejemplos de una y otra propiedad son innumerables. Así tenemos la caza del acorazado alemán *Bismarck*, cuya potente artillería constituía un serio peligro para los buques perseguidores que entrasen dentro de su alcance de tiro y que sólo pudo ser combatida gracias a los equipos radar de que iban provistos algunos de los barcos de guerra ingleses. De no haber sido por esta circunstancia, quizá se hubiese salvado, o habría sido hundido llevándose por delante tres o cuatro buques, a más del crucero de batalla *Hood*. El hundimiento del acorazado alemán *Scharnorst*, conseguido por el acorazado *Duke of York* a la tercera salva, sin haber llegado a verle, y sin que aquél se hubiese apercibido de la presencia del buque inglés; de no haber sido por el radar, y esto que era un modelo bastante primitivo, otro podría haber sido el resultado del combate. El combate naval de Cabo Matapán, en el que la localización de la escua-

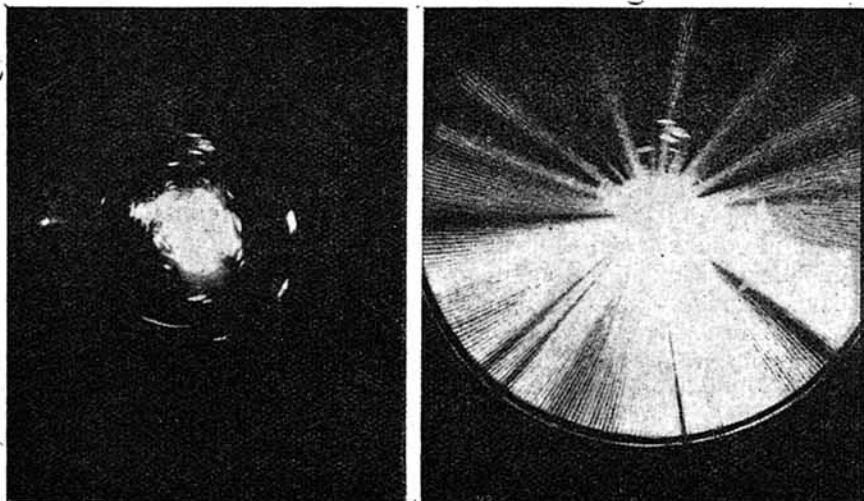
dra italiana fué conseguida durante la noche gracias a los equipos de radar ingleses, y que costó a los primeros la pérdida de varios cruceros y destructores, sin la más mínima contrapartida por parte inglesa.

Si de los combates en superficie pasamos a la campaña submarina, asombra conocer los relatos postbélicos de los Comandantes de submarinos americanos durante sus correrías por el Pacífico, en que un solo barco o tres a lo sumo, en noche cerrada o en medio de un temporal monzónico, alacaban sin ser vistos a un potente convoy japonés bien protegido por acorazados y destructores, y ocasionaban el hundimiento de cientos de miles de toneladas a flote. Y viceversa, cuando se trató de anular la potencialidad submarina germana, bastó la correcta utilización de los equipos radar centimétricos instalados a bordo de las unidades de escolta de convoyes o de los aviones de reconocimiento, para reducir considerablemente el porcentaje de pérdidas de buques mercantes e incluso pasar a la ofensiva, barriendo casi totalmente de la superficie de los mares este temible enemigo del comercio marítimo.

Podríamos continuar citando multitud de ejemplos en apoyo de aquella afirmación, pero con los expuestos creemos haber refrescado suficientemente la memoria de todos cuantos han estudiado la segunda Guerra Mundial, poniendo de manifiesto la decisiva contribución del radar a la consecución de la victoria aliada. Ahora bien: ¿no poseían también el radar los alemanes y japoneses? ¿Cómo es, pues, que no supo o no pudo contribuir de manera decisiva a la victoria de las potencias del Eje, cuando tan cerca estaban de ella en los años 1942 y 1943? La respuesta a estas lógicas preguntas está contenida en las siguientes líneas, confirmada "a posteriori" por los propios dirigentes de las fuerzas armadas alemanas: *la superior técnica electrónica de los anglosajones, supo crear unas medidas antirradar que anularon totalmente la eficacia de los equipos radar de sus enemigos y unas contramedidas antirradar que preservaron a los propios de la anulación pretendida por los equipos de perturbación.* Es decir, supieron cegar a sus adversarios y mejorar, al propio tiempo, sus medios de visión. Y como muestra elocuente de esta segunda afirmación

incontestable, tomemos la gigantesca operación del desembarco en Normandía.

La propaganda alemana, bien servida por sus revistas gráficas y noticiarios cinematográficos, nos ilustró profusamente sobre las formidables casamatas de cemento y hormi-



Pantalla "P" sin y con interferencias.

gón que, en gran número, defendían las posibles zonas de desembarco a lo largo de las costas europeas ocupadas. Dieciséis mil cañones, de calibres 88 y 128 mm. para tiro naval y antiaéreo, además de las piezas de grueso calibre, parecían presagiar un rotundo y cruento fracaso para quien intentase poner pie en las playas europeas del Atlántico. Y eso que no nos dijeron nada, sobre los 3.000 equipos Wurzburg de radiodetección a distancia, que para alerta aérea y el control de las direcciones de tiro instalaron en casi todas las zonas estratégicas. Todavía estaba en la memoria de todos, beligerantes y neutrales, el duro descalabro que constituyó para los aliados de la primera Guerra Mundial el intento de desembarco en los Dardanelos, no obstante su menor protección comparativa con la de la costa que nos ocupa.

Sin embargo, y contra todos los pronósticos, el desembarco aliado se efectuó en una de las zonas de la costa mejor protegidas y vigiladas, en una madrugada de muy mala visibilidad, tras un potente bombardeo de las defensas costeras de corta duración, incapaz de destruirlas, y con muy escasas ba-

jas. Significó un éxito brillante para los atacantes y una incomprensible sorpresa para los defensores. ¿Y cómo fué esto posible? Por la acción antirradar del enemigo. Con ella, anularon totalmente la capacidad de visión de los radares Wurzburg, y como al mismo tiempo eligieron un día de muy mala visibilidad, los alemanes sólo pudieron percatarse de lo que se les venía encima cuando ya era demasiado tarde y las primeras lanchas estaban varando en las playas de Normandía. He aquí el más asombroso botón de muestra de la importancia que tuvo la guerra electrónica durante la pasada conflagración. Los dos contendientes poseían el radar: los aliados se valieron de él para machacar

las defensas germanas con sus bombardeos aéreos y navales; a estos últimos no les sirvió de nada, porque las medidas antirradar de sus enemigos obstruyeron totalmente sus pantallas. Si los alemanes hubiesen sabido combatirlos, ¿en qué se hubiese convertido el desembarco de Normandía? Dejo al lector la respuesta a esta pregunta.

El receptor de radar.

La historia militar nos enseña que la mayor parte de las armas, e incluso de las tácticas, pueden ser anuladas, y que las contramedidas pueden ser también, a su vez, anuladas, y continuar indefinidamente en esta lucha del arma y la contraarma hasta el infinito. En esto, como en todas las cosas, el progreso de las armas y la táctica, es un proceso evolutivo y mecánico sin fin, con sus pruebas y sus errores. Teniendo en cuenta esta conocida premisa, fueron los ingleses los que primeramente concibieron la idea de instalar simultáneamente tres equipos de investigación para cada nuevo proyecto de radar: uno, para diseñar el equipo con arreglo a las especificaciones militares; otro, para inventar las contramedidas que

permitiesen anularlo o disminuir al menos su eficacia, y un tercero, para desplegar los medios que aminorasen el efecto de las medidas perturbadoras del enemigo. Esto dió lugar a tres técnicas interconectadas entre sí para cada equipo: la del radar, las medidas antirradar y las contramedidas antirradar. En el presente artículo vamos a estudiar solamente las segundas, dejando las últimas para una disertación posterior.

Para comprender el fundamento de la técnica antirradar, es preciso recordar, aunque sea brevemente, el funcionamiento y características de la parte de un equipo de radar que tiene relación más directa con esta técnica: el receptor. Tiene éste por misión, amplificar considerablemente la débil señal reflejada por el blanco, sin introducir apenas una distorsión o deformación apreciables y hasta una magnitud que permita su aplicación al indicador para hacerse visible. Esta última propiedad, exige la introducción de un gran número de pasos amplificadores, siendo el resultado de la primera el diseño de una respuesta con un gran ancho de banda, muy superior a los mayores que se conocen en los receptores de radiodifusión. Debido a la forma rectangular del impulso emitido y recibido, es por lo que dicho ancho de banda tiene que ser grande, para que su reproducción sea lo más perfecta posible en orden a la aplicación militar del equipo.

Pero el problema del receptor, se complica bastante por otra razón. A causa de los valores elevadísimos de la frecuencia de trabajo, el propio receptor se convierte en una fuente de señales extrañas e irregulares, que se suman con la señal-eco que ha entrado por la antena y que se amplifican en el receptor al mismo tiempo que aquélla, pudiendo llegar a su anulación o enmascaramiento si no se toman las precauciones ne-

cesarias. Dichas señales indeseables, son las que reciben la denominación de "potencia de ruido" del receptor. Vemos, pues, que la sensibilidad de éste, no está impuesta por la ganancia que sus pasos amplificadores sean capaces de introducir, sino casi exclusivamente por la relación entre la potencia de la señal-eco y la del ruido que se hace presente en la entrada del receptor, y que tiene su origen, principalmente, en las propias válvulas amplificadoras. Un cuidadoso proyecto, permite obtener la máxima relación señal-ruido, pero desgraciadamente existe un límite por debajo del cual la señal-eco no será amplificada, y ese límite lo impone la tensión de ruido en los circuitos de entrada.

Por esta misma tensión de ruido, la base de tiempos sobre la pantalla de los indicadores del tipo "A", no ofrece una forma absolutamente rectilínea, como lógicamente se desprendería por la aplicación de una tensión creciente sobre el haz de electrones, sino que su aspecto es el de un campo de césped en el que la hierba está continuamente en movimiento irregular. Y si la pantalla es del tipo "P" (PPI para los anglosajones), la



Tripulante dispuesto para lanzar Chaffs.

tensión de ruido se hace presente bajo la forma de una serie de puntos brillantes que aparecen y desaparecen a lo largo de la base de tiempos o traza radial, que en ausencia de señal debe permanecer en el umbral de visibilidad. Si esta última ha de hacerse vi-

sible, deberá tener una intensidad sensiblemente mayor. Vemos ya, por consiguiente, un medio para interferir la recepción de las señales-eco: *el de aumentar la tensión de ruido que se hace presente en la entrada del receptor, de forma que disminuya su relación señal-ruido y que, por tanto, sólo puedan hacerse visibles sobre la pantalla del indicador, aquellas señales cuya intensidad sea muy grande, o sea las correspondientes a blancos cercanos.*

El otro medio que puede utilizarse para interferir el equipo, consistirá lógicamente en la saturación de la pantalla con muchos ecos de diferentes intensidades, que enmascaren totalmente la señal deseada para el enemigo. Este fué, en principio el sistema antirradar que utilizaron ingleses y alemanes para interferirse mutuamente.

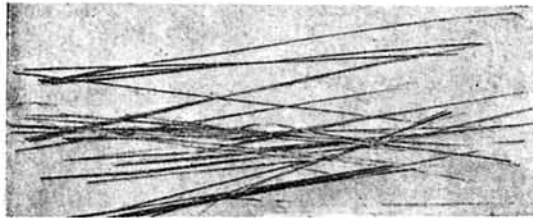
Vemos, pues, que las medidas antirradar pueden clasificarse en dos grandes grupos: las que utilizan el sistema de saturación de la pantalla por señales falsas, y las que la saturan por tensión de ruido. En las postrimerías de la guerra se utilizaba también una combinación de ambos sistemas. Entre los primeros, citaremos los sistemas denominados Windows, Chaff, Rope y Angels. Entre los segundos, el más importante fué el denominado "Tuba", aparte de otros de menor potencia que le precedieron. Unos y otros, los describiremos brevemente a continuación.

Windows.

Una forma eficaz para confundir a un operador de radar consiste en la simulación de blancos aéreos por la dispersión en el espacio de grandes cantidades de material reflector a las ondas de radar. El mejor entre éstos, en el sentido de proporcionar mayor área de eco por unidad de peso, resultó ser el aluminio, cortado en estrechas tiras de una longitud igual a media longitud de onda del radar al que se trata de interferir.

Ingleses y alemanes lo descubrieron casi

al mismo tiempo, y ambos lo mantuvieron en secreto hasta una ocasión en que los primeros quisieron engañar a los segundos haciéndoles creer que las laminitas que lanzaban desde los aviones eran hojas de propaganda, por estar recubiertas de inscripciones en ese sentido. Grandes cantidades de ellas fueron empleadas por los campesinos alemanes para decorar sus árboles de Navidad.



Chaffs.

Chaffs.

Tras los resultados experimentales de los ingleses, comenzaron los estudios teóricos para perfeccionar el sistema perturbador, los que fueron

realizados por el Radio Research Laboratory, de Estados Unidos, gastándose en la producción masiva de este sistema antirradar las tres cuartas partes de la producción total de hoja de aluminio durante la guerra, esto es, unas 20.000 toneladas.

Se llegó a la conclusión de que las tiras metálicas debían ser estrechas, siempre que lo fuese la banda de frecuencias sobre la que pudiese operar el radar a interferir, como era el caso del alemán "Wurzberg" para alerta y defensa aérea, haciéndolas onduladas en toda su longitud para darles solidez. Las nuevas tiras recibieron la denominación de "Chaff" y resultaron muy aptas para su dispersión, cayendo al ritmo de 50 metros por minuto.

Dado que el margen de frecuencias del "Wurzberg" se extendía desde 450 a 600 Mcs. y que el ancho de banda de la tira sólo alcanzaba al 8 por 100 de la frecuencia central, se hizo preciso la inclusión de dos series de tiras de diferentes tamaños en cada paquete arrojado a' espacio, de 4 y 4,6 cms., respectivamente. Alrededor de 1.000 dipolos de esta clase, dispersos por el espacio con una separación relativa de 1,5 a 2 cms., proporcionaban sobre la pantalla una señal-eco equivalente a la de un bombardero. Desde el mes de julio de 1943, la industria inglesa, con ayuda americana, fué capaz de producir 10 toneladas de "Chaffs" por mes, y con esta protección fué efectuado el devastador bombardeo sobre Hamburgo en

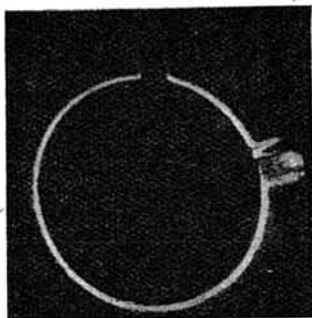
agosto del mismo año. Posteriores perfeccionamientos norteamericanos permitieron reducir el peso de los paquetes desde 27 a dos onzas, lo que se tradujo en mayor economía de material de forma que un superbombardeo podía transportar una carga de tiras equivalente a los ecos de 700 aviones de bombardeo. Después se hicieron multitud de experimentos para aumentar el tanto por ciento de dispersión de las tiras, lo que dependía en gran parte del sitio del avión desde el cual se lanzasen.

Sobre la pantalla de un radar de dirección de tiro, el primer avión que va arrojando los paquetes de tiras de aluminio se hace presente por su eco normal, pero a medida que éste se mueve van apareciendo multitud de ecos, por detrás, que permanecen estacionarios. Conforme las tiras se dispersan, sus impulsos reflejados van presentando una extraña apariencia que enmascara casi totalmente los ecos procedentes de los restantes aviones que vuelan a través de esta nube de dipolos. Con ello se dificulta extraordinariamente la puntería de los aviones por medio del radar, pero sólo para aquellos que estén en las anteriores condiciones. Si vuelan por fuera o detrás de la nube, serán detectados por el radar y un operador experimentado podrá distinguirlos perfectamente.

Rope.

En el Pacífico, por ser de baja frecuencia los equipos radar de los japoneses, se necesitaba una técnica diferente. Al operar éstos entre los 100 y 200 Mcs., se hubiesen necesitado unos paquetes "Chaff" demasiado voluminosos y poco manejables. Estudios y experimentos, desarrollados con extraordinaria rapidez, condujeron al sistema "Rope", que eran también tiras de aluminio de 1,5 centímetros de ancho por 1,33 metros de largo. Un extremo de la cinta quedaba suspendido por un pequeño paracaídas de pa-

pel o una planchita de cartón, de forma que al ser lanzada desde el avión la cinta se desarrollaba rápidamente. Consiguiendo después que estas flámulas metálicas adoplasesen al caer orientaciones variables, en lugar de caer perfectamente verticales, el sistema "Rope" demostró su efectividad anulando a los equipos japoneses de diferentes polarizaciones.



Pantalla "J" sin y con interferencias.

Angels.

Otro sistema empleado por los americanos para incrementar la intensidad de los ecos perturbadores, fué el de los reflectores de ángulo, al que denominaron "Angels", que eran de hoja de aluminio con base cuadrada, provistos de un pequeño contrapeso para mantenerse en su descenso con la base cuadrada hacia abajo, lo que proporcionaba unos ecos cuya intensidad oscilaba 1/10 y 1/20 del eco de un bombardero.

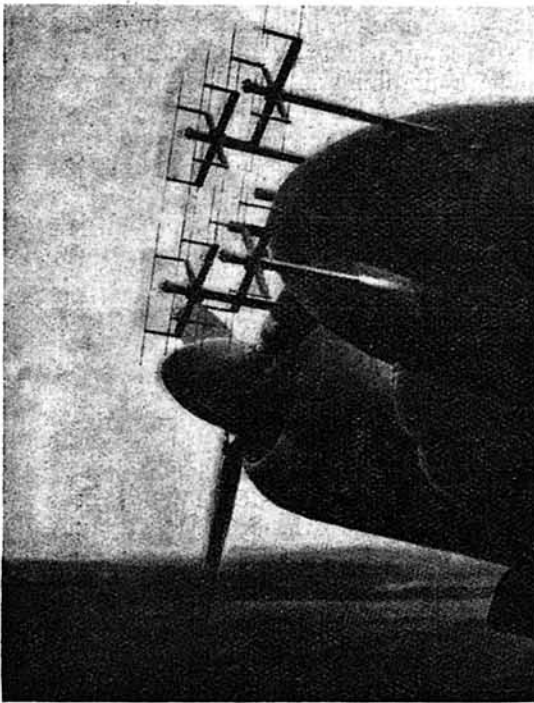
Determinación de la frecuencia y situación de los radares enemigos.

Los sistemas perturbadores que acabamos de describir, sólo serán útiles para aquellas distancia y demora en que se produzca el lanzamiento y dispersión de las tiras de aluminio o para aquellas otras en que se coloquen los elementos reflectores. Vienen a ser, pues, como las nubes de humos protectoras de una fuerza naval, constituyendo una positiva perturbación para los radares conectados con una dirección de tiro antiaérea. Pero cuando lo que se trata de anular es el aviso de aproximación a distancia que proporcionan los equipos de alerta aérea, de mucha mayor potencia, hay que acudir a las medidas antirradar activas, basadas en la disminución de la relación señal-ruido del receptor radar enemigo por la acción de los transmisores propios, que emiten en la frecuencia del enemigo, pero modulando esta portadora con la potencia del ruido.

La puesta en práctica de este sistema antirradar requiere, ante todo, la exacta deter-

minación de la frecuencia con que trabaja el radar que se quiere perturbar, y esto se consigue por medio de unos receptores buscadores, que pueden sintonizarse sobre una gran banda de las frecuencias que abarca el espectro de radar. Esta búsqueda, resultaba no solamente difícil técnicamente sino también fatigosa en extremo, debido a la gran amplitud del espectro que había de ser explorado. De ahí que se llegase, tras multitud de estudios y experimentos, a relevar al operador de esta carga física por la inclusión de la exploración y registro automáticos de la frecuencia a la que son detectadas las señales a medida que se "barre" el espectro.

Es indudable, que el método más sencillo para darse cuenta de la presencia de unas señales radar, es por medio de unos teléfonos. Como los impulsos son transmitidos con la frecuencia de repetición (1.000 a 2.000 cps.) y ésta cae dentro del margen audible del



Antenas radar de un avión germano.

espectro, bastará con amplificar esta modulación de la onda portadora a la salida del segundo detector y alimentar con la audio-frecuencia resultante a los teléfonos. En éstos se oirá una señal musical, cuya intensidad variará periódicamente con el giro del

haz de radiación enemigo en busca del blanco. Mientras persista esta variación periódica, es que el radar enemigo continúa su exploración; pero en cuanto su intensidad permanezca estable, a su máximo volumen, es señal de que el avión buscador ha sido detectado y hay que tomar las medidas adecuadas para evitar la caza o el tiro antiaéreo enemigos.

Con este sistema, es posible indentificar la frecuencia portadora del radar enemigo y su presencia, pero no proporciona ninguna indicación sobre las características de sus impulsos, frecuencia de repetición, duración, forma y amplitud relativa. Para esto, se hace preciso conectar a la salida del receptor un oscilógrafo, que nos permitirá analizar todas aquellas incógnitas.

La determinación de la situación del equipo que se trata de interferir, se complica algo por el hecho de que el enemigo puede elegir para su radiación una polarización vertical u horizontal, según le convenga. Dos casos pueden presentarse, según que su frecuencia de trabajo esté por debajo o por encima de los 500 Mcs. En el primero, se utiliza una especie de radiogoniómetro, con un sistema de 4 elementos tipo Adcock para recibir la polarización vertical y un simple dipolo horizontal para las señales polarizadas horizontalmente, operando sobre cero del diagrama. En el segundo caso, se emplea un radiogoniómetro automático con antena giratoria, conectado a un oscilógrafo con barrido radial. Sus indicaciones nos proveerán de una demora, que en unión de la de otro u otros radiogoniómetros, nos permitirán conocer exactamente la situación del radar bajo observación.

Medidas antirradar activas. Perturbación por ruido.

Una vez averiguada la frecuencia y situación del radar enemigo, hay que determinar la potencia que será necesaria para perturbarlo bajo diferentes circunstancias de propagación y atenuación. Y en cuanto al tipo de perturbación, cómo deberá estar modulada la onda portadora emitida por nuestro transmisor, si con modulación sinusoidal, que fué la primeramente utilizada por los ingleses, o con modulación por ruido, que fué la propuesta por los americanos y que resulta ser la más eficaz. Para lograr esta

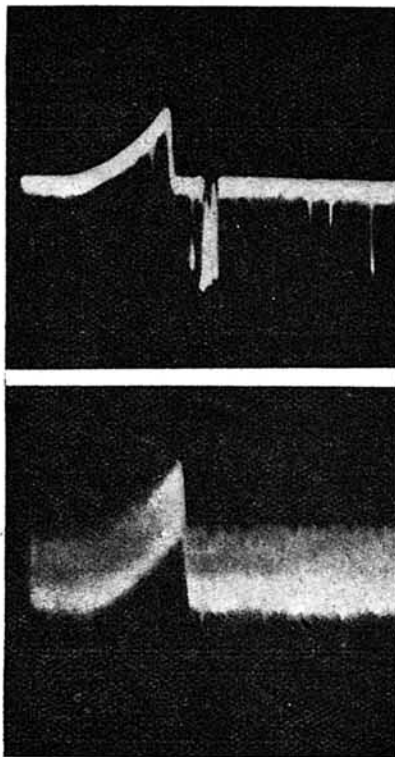
última modulación de la onda portadora, hay que disponer de un manantial de ruidos de variación irregular, ya que cualquier tipo de variación periódica puede ser fácilmente eliminado valiéndose de filtros u otro medio cualquiera. En este sentido, han sido experimentadas con resultados muy satisfactorios, tanto las válvulas duras de varios electrodos como las válvulas gaseosas.

En cuanto a la potencia necesaria, hay que tener en cuenta que en la lucha contra el radar los transmisores perturbadores operan con ventaja. En tanto que los equipos de detección a distancia tienen que emitir con una elevada potencia, ya que la reflexión de las señales sobre el blanco introduce una atenuación que es proporcional a la cuarta potencia de la distancia, las señales perturbadoras solo tienen que recorrer el camino de ida, sin reflexión de ninguna clase, siendo su atenuación proporcional al cuadrado de aquella misma distancia. En consecuencia, un nivel de potencia de unas decenas de watios en el transmisor perturbador, es suficiente para competir con ventaja sobre la pantalla del radar enemigo, con una potencia de pico, en éste, de varios cientos de kilowatios. Conviene, no obstante, tener en cuenta, que esta ventaja se aminora por el hecho de que el transmisor perturbador ha de estar emitiendo continuamente, mientras que el radar sólo emite en el tiempo de duración de los impulsos, con lo que la potencia media en ambos viene a ser muy semejante. Equipos terrestres muy empleados durante la guerra para perturbar todas las bandas de frecuencias en que podían operar las potencias del Eje, tenían de 1.000 a 1.500 w. de potencia y un peso inferior a 200 libras. Para los instalados a bordo de aviones, se requerían potencias de 300 a 400 w. y un peso inferior a 50 libras.

Equipo perturbador "Tuba".

Los continuos bombardeos sobre Alemania, crearon la necesidad de contar con una senda segura de retorno para que los bombarderos aliados pudiesen evitar los ataques de los cazas nocturnos alemanes, haciéndose preciso desarrollar unos transmisores de una potencia perturbadora muy grande, sin sacrificar su gran anchura de banda sintonizable, al disminuir la distancia entre los bombarderos y sus perseguidores. Sucesivos estudios y experimentaciones, efectuados

con extraordinaria celeridad, condujeron al equipo perturbador "Tuba" de 20 Kw. de potencia continua y que empleaba como válvula osciladora el "Resnatron", tetrodo de cavidades resonantes, capaz de desarrollar una potencia de salida de hasta 60 Kw. con



Efecto de la interferencia en una pantalla "A".

una frecuencia comprendida entre 340 y 625 Mcs. Como se ve, admite una gran variación en su sintonía para potencia constante de salida, pero al término del conflicto bélico no se había aún logrado el diseño de válvulas eficientes para operar en las mismas condiciones con frecuencias centimétricas.

En términos generales, se puede sentar el principio de que todos los sistemas antirradar son tanto más difíciles de lograr cuanto más alta es la frecuencia de trabajo de los equipos que se trata de interferir. Por esta causa, al reducirse la longitud de onda de los radares aliados hasta las bandas de los 10 y 3 cms. se hizo imposible su perturbación por los equipos antirradar alemanes y japoneses.