



P A T E N T E D E I N V E N C I O N

224375

por VEINTE años

224375

cuyo privilegio se solicita para todo el territorio nacional a favor del Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 150, Madrid, por un "DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA AUMENTAR LA SENSIBILIDAD DE LOS APARATOS DE RADAR EN LA INDICACION DE BLANCOS LEJANOS" según la siguiente

MEMORIA DESCRIPTIVA

El dispositivo y procedimiento objetos de esta solicitud de patente de invención pretenden resolver el problema de aumentar la sensibilidad de los aparatos de radar en la indicación de blancos lejanos.

Es sabido que los blancos explorados por el haz de ondas de radar en su movimiento giratorio o pendular se manifiestan en el receptor por una reflexión parcial de la energía del haz. Estas reflexiones las llamamos "ecos".

Normalmente la potencia del haz de un radar se halla concentrada en una serie de impulsos sucesivos muy cortos. Cuando el haz barre un objeto reflectante, la señal reflejada aparece en la pantalla del indicador en forma de punto luminoso. La distancia de tal punto al centro de la pantalla mide la distancia del radar al blanco indicado. La imagen del radar se compone por lo tanto de la suma de todas las reflexiones o ecos que durante el ciclo del barrido alcanzan al receptor, desde el espacio explorado por el haz de ondas.

Los equipos modernos de radar, con varios márgenes de alcance, tienen que dar una localización suficientemente precisa de los blancos que se encuentran a corta distancia, y al mismo tiempo han de proporcionar el mayor alcance posible es decir han de tener una sensibilidad



20 suficiente para detectar con certeza un blanco situado en los alrededores del alcance máximo del aparato. Ambas exigencias son a primera vista contradictorias, según se explica a continuación:

Para conseguir una precisión de localización apreciable de cualquier blanco hay que emitir impulsos muy cortos (tanto más cortos cuanto
25 más cerca se encuentre el objeto reflectante). La duración del impulso adecuado para este caso es del orden de 0,05 microsegundos (0,05 μ s). Durante este intervalo las ondas electromagnéticas -si se propagan en espacio libre, que es el caso del radar- recorren una distancia de 15 metros o sea, de 7,5 m a la ida y otros tantos a la vuelta; y
30 se ve claramente que es este valor el que nos da la precisión con la cual medimos la distancia desde el radar al blanco barrido.

Impulsos de emisión tan cortos necesitan la transmisión y recepción de una banda de frecuencias muy ancha; en el caso normal -es decir con impulsos casi rectangulares- este ancho Δf viene dado por

$$\Delta f \approx 1/\tau$$

35 siendo τ la duración del impulsos. Por consiguiente la anchura de banda de todos los elementos y circuitos eléctricos por los cuales ha de pasar el impulso antes de aparecer como punto luminoso en la pantalla del tubo indicador, debe ser del orden de $1/\tau = 20$ Mc/s (megaciclos por segundo).

40 Ahora bien, la potencia del ruido estadístico (sobre todo del de origen térmico) que se suma inevitablemente a cualquier señal, al pasar por el amplificador electrónico, aumenta con el ancho de banda ocupado por aquella, según la ecuación de Nyquist bien conocida:

$$P = \frac{\bar{U}_r^2}{R} = 4kT\Delta f,$$

45 en donde \bar{U}_r es la tensión media del ruido, k la constante de Boltzmann, y T la temperatura absoluta a la cual trabaja la resistencia R del circuito de entrada en el amplificador. Por lo tanto es el ruido



el factor que limita la amplificación cuando una señal de intensidad progresivamente decreciente se acerca al valor \bar{U}_r .

50 Facilmente se comprende que la potencia del eco de radar tiene que sobrepasar a la del ruido mezclado con él para que pueda reconocerse y localizarse en la pantalla el objeto reflectante, a base de su contraste con el fondo de luz difusa que produce el ruido enmascador. Por otra parte el hecho de que la potencia de la señal reflejada por el blanco decrezca rapidamente con su distancia al radar, 55 obliga a aumentar al máximo la sensibilidad del receptor, es decir a utilizar la mayor amplificación posible. Pero a su vez esto aumenta, en la misma proporción, el ruido, mientras que la potencia del eco va disminuyendo. De este modo se llega pronto al límite del alcance del aparato

60 En tal dilema los técnicos de radar se han contentado hasta hoy con emitir impulsos de mayor duración cuando se trataba de detectar un blanco lejano, ya que los impulsos más largos son de mayor potencia y por consiguiente dan lugar a ecos más fuertes. Claro está que la utilización de impulsos más largos implica una localización menos 65 precisa del objeto reflectante; pero esto no importa habida cuenta de la mayor distancia del blanco. Sin embargo tal procedimiento no da una solución completa del problema.

70 Con el circuito objeto de esta descripción, se consigue una sensibilidad considerablemente acrecentada del aparato para detectar blancos lejanos, sin disminuir la precisión con que se localizan los blancos a corta distancia. La idea fundamental es la siguiente: Partimos, como base, de un ajuste de la banda de frecuencias, que deja pasar el amplificador, tal como se requiere para una exacta localización de blancos a corta distancia. Si para buscar un blanco 75 lejano, pasamos ahora a la emisión de impulsos de mayor duración, gastamos inutilmente ancho de banda ya que el aparato es apto para recibir los impulsos más cortos anteriormente utilizados, que no están presentes en el eco recibido. Y ello se traduce en un ruido



superfluo en el amplificador por exceso de su ancho de banda. Por
80 consiguiente si estrechamos en los momentos de explorar el espacio
lejano, la anchura de banda del amplificador la relación "señal de
eco:ruido" tiene que mejorar en proporción a la disminución de \bar{U}_r ;
y por tanto la sensibilidad del aparato debe aumentar. Inversamente
con menos potencia de emisión podrá obtenerse la misma proporción &&
85 señal:ruido del caso anterior, lo que equivale a decir que la sensi-
bilidad resulta también multiplicada; e igualmente, el alcance del
equipo.

La realización de este invento se basa en un circuito sencillo que
se puede aplicar bien en uno solo de los pasos de amplificación
90 bien en varios de ellos. Como la figura muestra insertamos en el am-
plificador de video-frecuencia del receptor un circuito R, C (resis-
tencia y capacidad en paralelo) que actúa como carga de placa de la
válvula correspondiente V. Como se sabe, tal elemento representa un
integrador que limita el ancho de banda debido al aumento de la cons-
95 tante de tiempo de todo el circuito anódico. Es correcto, por ésto,
hablar de una "integración por placa". En paralelo con las R y C el
equipo lleva un conmutador M, que permite volver en cualquier mo-
mento a la anchura de banda normal.

Para fijar los valores de R y C hay que tener en cuenta la duración
100 de los impulsos prolongados. Conviene ajustar R y C por lo menos
aproximadamente, de tal manera que la constante de tiempo de todo
el circuito anódico sea del mismo orden de magnitud que el periodo
de la frecuencia más alta que represente en el impulso emitido una
parte, aun apreciable, de su potencia.

105

Reivindicaciones

1ª: "Dispositivo y procedimiento para aumentar la sensibilidad de
los aparatos de radar en la indicación de blancos lejanos", carac-
terizado por la inserción, en uno o en varios pasos del amplifica-



110 dor de video-frecuencia, del conjunto formado por una resistencia
y una capacidad en paralelo con un conmutador, de tal suerte que
el elemento resistencia, capacidad actúa como integrador por placa
para reducir, por disminución de la anchura de banda el ruido
enmascarador, y aumentar de este modo la relación eco:ruido.

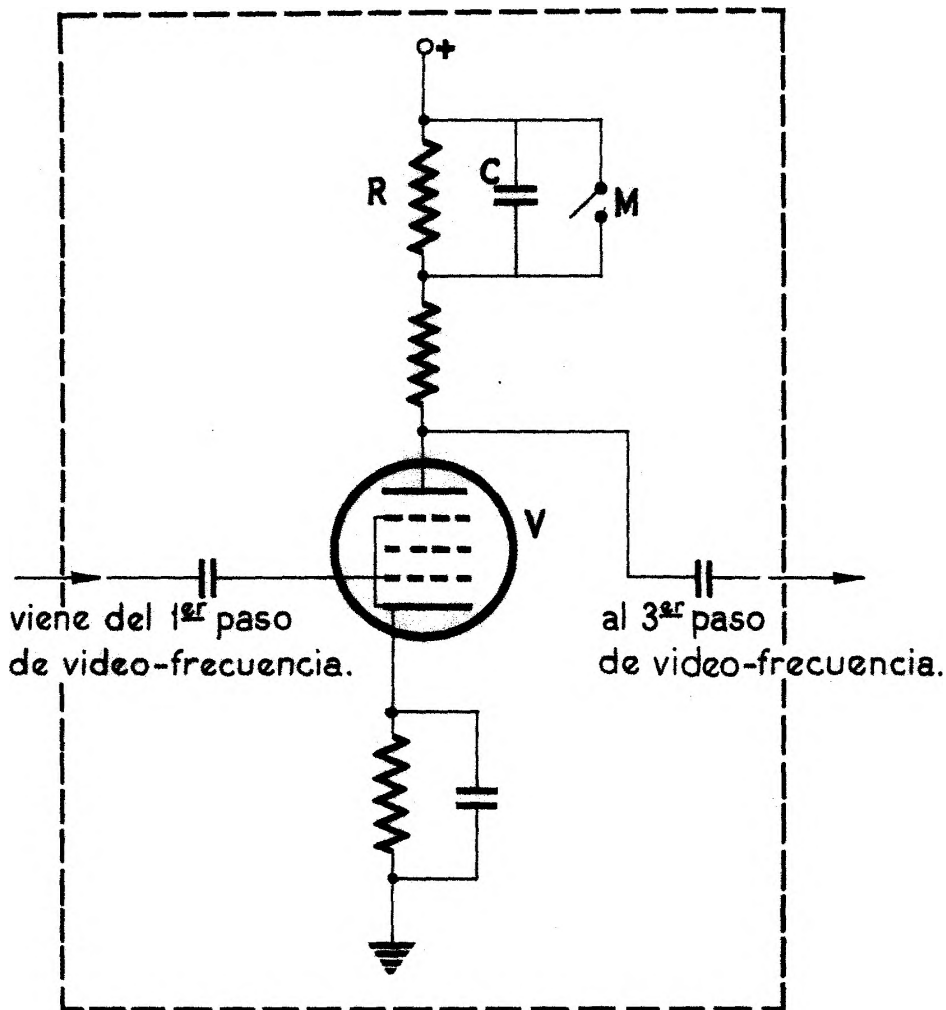
115 2º: "Dispositivo y procedimiento para aumentar la sensibilidad de
los aparatos de radar en la indicación de blancos lejanos", según
la reivindicación 1ª, y caracterizado por el ajuste adecuado del
producto resistencia capacidad, llevando la constante de tiempo
de todo el circuito de placa a un valor del mismo orden de magnitud
que el periodo de la frecuencia mas alta que contribuya
120 esencialmente a la potencia integral del impulso emitido.

3º: "Dispositivo y procedimiento para aumentar la sensibilidad de
los aparatos de radar en la indicación de blancos lejanos", según
las reivindicaciones 1ª y 2ª y tal y como se describe en el cuerpo
de esta memoria que consta de cinco hojas escritas por una sola
125 cara y se representa en el único gráfico que se acompaña a la
misma.

Madrid, 10 OCT. 1955



224375



10 05 1975