

Informe de trabajo

RECEPTOR DE DETECCION SINCRONICA PARA SEÑALES HORARIAS

Carlos Metzadour y Miguel Ramé
(Observatorio Astronómico, Córdoba)

El detector de producto, también llamado a veces homodino, coherente o sincrónico, presenta características especialmente adecuadas para la recepción de señales de onda continua, tales como las frecuentemente empleadas en la transmisión de la hora.

El detector de producto es en esencia un multiplicador que da una señal de salida proporcional al producto de dos señales de igual frecuencia.

Sea $E(t) \sin \omega t$ la señal cuya modulación interesa obtener y $E_0 \sin(\omega t + \varphi)$ otra señal, no modulada, localmente generada y de igual frecuencia, difiriendo a lo sumo en un ángulo de fase constante φ con la señal que interesa recibir. La señal local es generada mediante un oscilador sincronizado a la señal de entrada.

La salida de un dispositivo que efectúe el producto de ambas señales será, sin considerar una constante de proporcionalidad:

$$E(t) \sin \omega t E_0 \sin (\omega t + \varphi) = \frac{E(t)E_0}{2} \cos [\omega t - (\omega t + \varphi)] - \\ - \frac{E(t)E_0}{2} \cos [2\omega t + \varphi] = \frac{E(t)E_0}{2} \cos \varphi - \frac{E(t)E_0}{2} \cos [2\omega t + \varphi]$$

El término $\frac{E(t)E_0}{2} \cos \varphi$ es una tensión continua, que variará de acuerdo, a la modulación $E(t)$ de la señal deseada, y que constituye la salida útil del detector. El término $\frac{E(t)E_0}{2} \cos (2\omega t + \varphi)$ es de frecuencia doble de la señal de entrada, y puede eliminarse fácilmente con un filtro pasa bajos despues del detector.

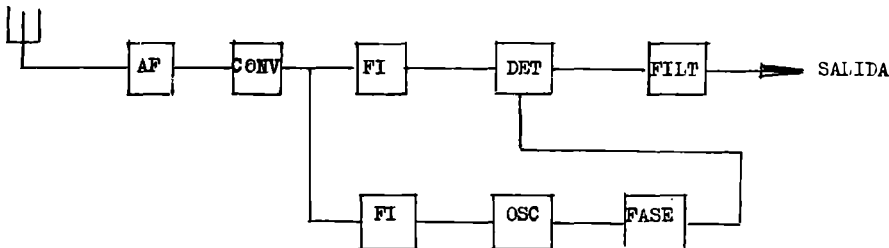
Si se trata de recepción de ondas continuas se obtendrán, a la salida del detector, pulsos de amplitud constante y duración definida que podrán utilizarse, previa amplificación si es necesario, para operar un aparato inscriptor.

La diferencia fundamental entre el comportamiento de un detector convencional y el de un detector sincrónico, es que cualquier señal presente en el detector convencional dará una componente continua a la salida, mientras que el detector sincrónico dará componente continua de salida si hay a la entrada una señal de la misma frecuencia que la señal local, y siempre que la diferencia de fase entre ambas sea constante, es decir, si ambas están en sincronismo. Cualquier otra frecuencia o ruido presente no dará componente continua a la salida del detector pues el primer término será

$$\frac{E(t)E_0}{2} \cos (\omega_1 - \omega)t \text{ que depende de } t.$$

El detector de producto puede entenderse como una etapa convertora en que la señal de entrada y la local tienen igual frecuencia. Por eso un receptor que utilice este principio suele ser llamado homodino por contraposición al heterodino en que se efectúa el producto de dos frecuencias diferentes.

El diagrama de bloques que sigue representa las diversas etapas de que consta el receptor completo



Las etapas de amplificación de alta frecuencia y convertora son convencionales, y tienen por finalidad amplificar y convertir la señal de antena en una de frecuencia adecuada para ser procesada. La etapa de frecuencia intermedia previa al detector es también convencional y si bien no es indispensable, puede utilizarse para obtener amplificación adicional. La etapa de frecuencia intermedia previa al oscilador deberá ser de gran amplificación y de banda muy estrecha. Deberá poseer una fuerte selectividad únicamente para la frecuencia deseada, pero no interesa ni siquiera la amplificación de las bandas

laterales. Puesto que la finalidad de este segundo canal de frecuencia intermedia es la de transmitir la información de la fase de la señal de entrada al oscilador, asegurando una señal de comando suficientemente fuerte como para obtener un buen enganche del mismo, lo ideal sería un filtro tan agudo como sea posible. Cuanto más estrecho el canal, menos señales espurias podrán interferir en el funcionamiento del oscilador sincronizado y mejor será el comportamiento del receptor frente a señales débiles en presencia de ruido. Si el Q del circuito sintonizado de la etapa osciladora es alto, la señal localmente generada será más fuerte y menos influenciada por el ruido de la señal de comando, pero se requerirá también una señal más intensa para mantener el "enganche".

Como puede verse en el diagrama, la salida del oscilador servirá de señal de control para el detector de producto. Así, como puede verse, se dispone de una señal localmente generada de igual frecuencia y fase que la señal que interesa recibir. A la salida del detector se obtendrá una componente continua para la señal en fase con la del oscilador local, y componentes alternas para todas las otras en la misma frecuencia o en sus alrededores. En el caso de recepción de señales de ondas continuas se puede separar fácilmente la señal de interés, descargando a tierra las otras componentes de audiofrecuencia.

En los momentos de silencio el oscilador local oscilará a su frecuencia propia, pero no habrá salida de tensión continua porque no habrá en el detector señal de entrada de esa frecuencia y en sincronismo con ella. El oscilador no puede sincronizar con el ruido porque éste no es coherente y la salida de corriente continua no será afectada sustancialmente por el mismo.

Si hay otra señal de igual frecuencia que la de interés y que pudiera molestar en los momentos de silencio, un control de umbral mínimo de sincronismo del oscilador permitirá hacer que éste se mantenga sincronizado para el nivel de la señal deseada; pero permitirá evitar el enganche con otras señales más débiles.

La unidad correctora de fase tiene por finalidad hacer que el ángulo de fase pueda ser llevado a cero, obteniendo el máximo de salida del detector.

En caso de que el detector de producto quiera utilizarse para la recepción de ondas moduladas, aún presenta ventajas con respecto al detector convencional.

El filtraje en audiodfrecuencia puede ser conformado más fácilmente que en radio frecuencia. En efecto, supuesto el caso de utilizar canales de 10 Kos. de ancho, una señal que difiera en 9 Kos. con respecto a la portadora deseada difiere solamente en un 2 % de la frecuencia central del canal, para frecuencia intermedia normal de 450 Kos., mientras que si el filtraje se realiza despues del detector, en audiodfrecuencia, 9 Kos. de diferencia corresponden a una señal 80 % más alta que la más alta de las señales del canal.

Entre otras ventajas de la detección de producto pueden citarse: Mejor relación señal-ruido que el detector convencional, eliminación de la distorsión debida a "fading" selectivo, posibilidad de recepción de señales de portadora reducida y de banda lateral reducida o suprimida, y bajo ciertas circunstancias, el rechazo de señales no deseadas mediante diseños apropiados. También es posible la transmisión de dos señales diferentes en la misma frecuencia si sus fases están en cuadratura, las que pueden ser detectadas independientemente mediante el detector de producto, o sea permitiendo el "multiplexing."

Se ha citado someramente algunas de las ventajas de utilizar un detector sincrónico en la recepción de señales de ondas continuas o moduladas en amplitud.

Existen algunas otras, que quedarían fuera del alcance de este artículo, y que pueden encontrarse en la bibliografía especializada.

Bibliografía:

- Colebrook, F.M., "Homodyne", The Wireless World and Radio Review, Feb. 20, 1924
Tucker, D.G., "The Synchrodyne", Electronic Engineering, March 1947.
Smith, R.A. "The Relative Advantages of Coherent and Incoherent Detectors", Proc. of The Institution of Electrical Engineers, Part 4, 1951, p43.
Costas, J.P. "Synchronous Detection of Amplitude Modulated Signals", Proc. of the National Electronics Conference, Vol. 7. 1951.
Apthorpe F.G., "The Synchrodyne", Electronic Engineering, July 1947, p. 238.