

Radio de galena: receptor AM sin electricidad

Autor: EA4IPV

Fecha: 21/03/2026

Categoría: Electrónica y Energía

Etiquetas: Sin etiquetas

Radio de galena: receptor AM sin electricidad

La radio de galena (también llamada radio de cristal) es el receptor de radio más simple que puede construirse. Su característica más notable es que no necesita ninguna fuente de energía externa: ni baterías, ni electricidad de la red, ni paneles solares. Funciona únicamente con la energía contenida en las propias ondas de radio que capta la antena. Inventada a principios del siglo XX, fue el primer receptor de radio accesible para el público general y sigue siendo un proyecto educativo extraordinario para entender los fundamentos de la radiocomunicación.

Principio de funcionamiento

Una emisora de radio AM (Amplitud Modulada) transmite información de la siguiente manera:

Se genera una señal de alta frecuencia llamada portadora (por ejemplo, 900 kHz para una emisora en la banda AM).

La señal de audio (voz, música) se usa para variar la amplitud (intensidad) de la portadora. Esto es la modulación de amplitud.

La señal modulada se emite desde la antena de la emisora como ondas electromagnéticas.

El receptor de galena realiza el proceso inverso:

La antena capta las ondas electromagnéticas y las convierte en señales eléctricas diminutas.

El circuito sintonizado (bobina + condensador) selecciona la frecuencia de una emisora específica, rechazando las demás.

El detector de cristal (la galena) extrae la señal de audio de la portadora. Técnicamente, rectifica la señal de RF, dejando pasar solo los semiciclos positivos.

El auricular de alta impedancia convierte la señal de audio eléctrica en sonido.

¿Qué es la galena?

La galena es un mineral natural compuesto de sulfuro de plomo (PbS). Es el mineral de plomo más común y se encuentra en depósitos en todo el mundo. Su propiedad clave para la radio es que forma una unión semiconductor en el punto de contacto con un alambre fino (llamado "bigote de gato" o cat whisker). Esta unión actúa como un diodo: permite el paso de corriente en una dirección pero la bloquea en la otra.

La galena fue el primer semiconductor utilizado en electrónica, décadas antes de que se inventaran los diodos de silicio o germanio. El contacto puntual entre el alambre fino y el cristal de galena crea una barrera Schottky, que rectifica la señal de radio permitiendo la demodulación.

Materiales necesarios

Componente Descripción Alternativa

Cristal de galena Trozo de mineral de galena (PbS) de 1-2 cm Diodo de germanio 1N34A o OA91

Alambre de bigote de gato Alambre fino de bronce fosforoso o acero de 0,2-0,5 mm Alambre de una esponja metálica

Bobina de sintonía 80-100 vueltas de alambre esmaltado de 0,5 mm sobre tubo de 5-7 cm diámetro Tubo de cartón de papel higiénico como soporte

Condensador variable Condensador variable de 10-365 pF (picofaradios) Sintonía por toma intermedia en la bobina

Auricular de alta impedancia Auricular piezoeléctrico o electromagnético de 2.000+ ohmios No hay alternativa viable con auriculares modernos de baja impedancia

Antena Al menos 10-20 metros de cable aislado tendido al aire libre Cualquier cable largo elevado

Tierra Conexión a una tubería de agua metálica o estaca de tierra Cable enterrado 1 metro en suelo húmedo

Construcción del circuito

1. La bobina de sintonía

La bobina, junto con el condensador variable, forma el circuito resonante LC que selecciona la frecuencia. La frecuencia de resonancia viene dada por la fórmula:

$$f = 1 / (2 \times \pi \times \text{raíz}(L \times C))$$

Para cubrir la banda AM (530-1.700 kHz), se necesita una inductancia de aproximadamente 200-250 microhenrios. Esto se consigue con:

Un tubo de cartón o PVC de 5-7 cm de diámetro y 10 cm de largo.

80-100 vueltas de alambre esmaltado (alambre de cobre con aislamiento de barniz) de 0,4-0,6 mm de diámetro, enrolladas juntas y uniformes.

Hacer tomas intermedias cada 20 vueltas (en las vueltas 20, 40, 60, 80) para ajustar la sintonía si no se tiene condensador variable.

2. El condensador variable

Un condensador variable de 10-365 pF conectado en paralelo con la bobina permite sintonizar diferentes emisoras girando el eje. Los condensadores variables de radio antiguos (de estaciones AM desguazadas) funcionan perfectamente. Si no se dispone de uno, se puede usar la técnica de toma variable en la bobina: un contacto deslizante que se mueve a lo largo de la bobina, variando el número de vueltas activas y por tanto la inductancia.

3. El detector de cristal

El detector es el corazón del receptor. Para usar galena natural:

Montar el cristal de galena en un soporte (una gota de soldadura blanda sobre una base metálica, o simplemente presionado en una pinza).

El "bigote de gato" es un alambre fino (0,2-0,3 mm) de bronce fosforoso montado en un brazo articulado que permite tocar diferentes puntos del cristal.

No todos los puntos del cristal funcionan igual. Se debe buscar el punto sensible tocando suavemente diferentes lugares de la superficie hasta encontrar uno que produzca señal clara en el auricular.

Si se usa un diodo de germanio 1N34A (alternativa moderna), simplemente se conecta en lugar del cristal. El germanio es preferible al silicio porque su voltaje de umbral es más bajo (0,3 V vs 0,6 V), lo que es crucial cuando se trabaja con señales de solo milivoltios.

4. Esquema de conexión

El circuito completo se conecta así:

La antena se conecta a un extremo de la bobina (o a una toma intermedia para ajustar el acoplamiento).

El condensador variable se conecta en paralelo con la bobina (entre sus dos extremos).

El detector (galena o diodo) se conecta entre un extremo de la bobina y un terminal del auricular.

El otro terminal del auricular se conecta al otro extremo de la bobina.

La tierra se conecta al mismo extremo de la bobina que el auricular y un extremo del condensador.

La antena: elemento crítico

Como la radio de galena no tiene amplificación, la antena es su única fuente de energía. La calidad de la antena determina directamente el volumen y la cantidad de emisoras que se pueden recibir.

Longitud mínima: 10 metros. Ideal: 20-30 metros. A mayor longitud, más señal captada.

Altura: cuanto más alta, mejor. Idealmente a 5-10 metros del suelo, lejos de edificios y árboles.

Material: cualquier cable conductor. Cable de cobre aislado es ideal. Un alambre de acero también funciona.

Forma: un cable horizontal tendido entre dos puntos elevados (tipo "L invertida") es la configuración más efectiva.

Aislamiento: los extremos de soporte deben estar aislados del punto de anclaje con aisladores de porcelana o plástico.

La toma de tierra

Una buena toma de tierra es tan importante como una buena antena. Opciones:

Tubería de agua metálica: si la instalación de fontanería es de cobre o hierro (no plástico), conectar un cable a la tubería con una abrazadera metálica.

Estaca de tierra: clavar una varilla de cobre o acero galvanizado de 1-2 metros en el suelo, preferiblemente húmedo. Conectar con cable grueso.

Cable enterrado: enterrar 3-5 metros de cable desnudo a 30-50 cm de profundidad en suelo húmedo.

Sintonización y uso

Conectar antena y tierra. Colocar el auricular de alta impedancia en el oído.

Si usa galena, buscar un punto sensible en el cristal con el bigote de gato. Presionar muy suavemente; demasiada presión aplasta la unión semiconductor.

Girar el condensador variable lentamente. Las emisoras AM aparecerán como sonido reconocible entre el silencio.

El volumen será bajo (solo audible en un auricular, no en un altavoz). Es normal; recuerde que toda la energía viene de las ondas de radio.

Las emisoras más potentes y cercanas se escucharán más fuerte. Las emisoras AM de onda media se reciben mejor de noche, cuando la ionosfera refleja las ondas a mayor distancia.

¿Por qué no funciona con FM?

La radio de galena solo funciona con AM (Amplitud Modulada). Las emisoras de FM (Frecuencia Modulada) codifican la información variando la frecuencia, no la amplitud, de la portadora. Un detector de cristal (que es un detector de envolvente de amplitud) no puede demodular FM. Además, la FM opera a frecuencias mucho más altas (88-108 MHz vs 530-1.700 kHz), lo que requiere antenas y circuitos sintonizados completamente diferentes.

Importancia histórica y práctica

La radio de galena tiene valor más allá de lo educativo:

Supervivencia: funciona sin electricidad, sin baterías, indefinidamente. En una situación de emergencia donde no hay electricidad, una radio de galena sigue recibiendo emisoras AM.

Educación: enseña los fundamentos de resonancia, semiconductores, modulación y antenas de forma tangible.

Robustez: no tiene componentes que se degraden con el tiempo. Una radio de galena construida hoy funcionará igual dentro de 100 años.

La radio de galena demuestra que la electrónica no requiere necesariamente electricidad almacenada. Es una prueba elegante de que las ondas de radio transportan energía real, suficiente para convertir las vibraciones electromagnéticas invisibles en sonido audible.