

# Como funcionam as ondas de rádio

por Marshall Brain - traduzido por HowStuffWorks Brasil  
<http://informatica.hsw.uol.com.br/ondas-de-radio1.htm>



<http://informatica.hsw.uol.com.br/>

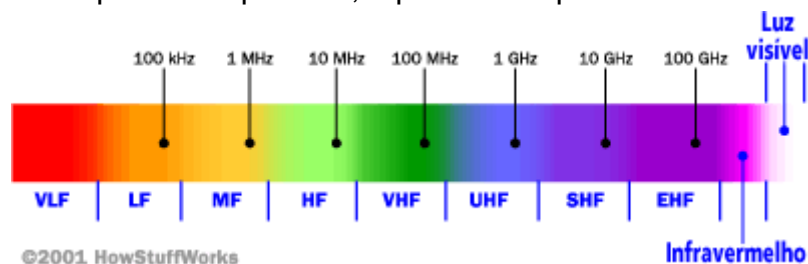
## Introdução

Você provavelmente já ouviu falar da rádio AM, rádio FM, VHF, UHF, rádio CB, rádio de ondas curtas e assim por diante. Você sabe o que esses nomes realmente significam? Qual é a diferença entre eles?

Neste artigo, vamos entender como funcionam as ondas de rádio.

## Freqüências de rádio

Uma onda de rádio é uma **onda eletromagnética** propagada por uma **antena**. As ondas de rádio têm diferentes **freqüências** e, ao sintonizar um receptor de rádio em uma freqüência específica, é possível captar um sinal.



Nos Estados Unidos, a FCC (Federal Communications Commission) é o órgão regulador da radiodifusão. O órgão equivalente no Brasil é a ANATEL. Consulte [Como funciona o rádio](#) para obter mais informações sobre as ondas de rádio.

Ao ouvir uma estação de rádio, o locutor anuncia: "você está ouvindo a 91.5 FM WRKX Rock". Isso quer dizer que você está ouvindo uma estação de rádio transmitida por um sinal FM na freqüência de 91.5 megahertz, com as letras WRKX atribuídas pela FCC. **Megahertz** significa "milhões de ciclos por segundo", então "91.5 megahertz" significa que o transmissor da estação de rádio oscila numa freqüência de 91.500.000 ciclos por segundo. Sua rádio FM (freqüência modulada) pode sintonizar esta freqüência específica e receber o sinal de uma estação. Todas as estações FM transmitem em uma **banda** de freqüência entre 88 e 108 megahertz. Esta banda do espectro eletromagnético é utilizada somente para transmissão de rádio FM.

Já a rádio AM é confinada em uma banda que vai de 535 a 1.700 kilohertz (kilo significa "milhares", então seriam 535 mil até 1.700.000 ciclos por segundo). Se

o locutor de uma rádio AM (amplitude modulada) diz: "esta é a AM 680 WPTF", quer dizer que é uma estação de rádio transmitindo sinal AM em 680 kilohertz e com as letras WPTF atribuídas pela FCC.

As bandas de frequência mais comuns são:

- **rádio AM** - 535 kilohertz a 1.7 megahertz
- **rádio de ondas curtas** - 5.9 megahertz a 26.1 megahertz
- **rádio CB** - 26.96 megahertz a 27.41 megahertz
- **canais de TV** - 54 a 88 megahertz do canal 2 até o 6
- **rádio FM** - 88 megahertz a 108 megahertz
- **canais de TV** - 174 a 220 megahertz do canal 7 até o 13

Um aspecto interessante das ondas de rádio é que cada tecnologia wireless tem a sua pequena faixa de banda disponível. Existem centenas delas. Por exemplo:

- controle remoto de garagens, sistemas de alarmes, etc: em torno de 40 megahertz
- telefones sem fios: 40 a 50 megahertz
- babá eletrônica: 49 megahertz
- aviões de controle remoto: em torno de 72 megahertz
- carros de controle remoto: em torno de 75 megahertz
- colares para localização de animais selvagens: 215 a 220 megahertz
- estação espacial MIR: 145 megahertz e 437 megahertz
- telefones celulares: 824 a 849 megahertz
- novos telefones sem fios de 900 MHz: em torno de 900 megahertz.
- radar de controle de tráfego aéreo: 960 a 1,215 megahertz
- sistema de posicionamento global (GPS - Global Positioning System): 1,227 e 1,575 megahertz
- comunicações de rádio no espaço: 2290 megahertz a 2300 megahertz

Por que a banda da rádio AM vai de 550 a 1.700 kilohertz enquanto a banda da rádio FM vai de 88 a 108 megahertz? Estas escolhas são aleatórias e estão relacionadas com a história.

A rádio AM é mais antiga do que a FM. As primeiras transmissões de rádio aconteceram em 1906 e a alocação de frequências para a rádio AM ocorreu nos anos 20 (antes mesmo da fundação da FCC). Nesta época, as rádios e a capacidade dos equipamentos eletrônicos eram muito limitadas, por isso a rádio AM só captava baixas frequências.

Os canais de TV praticamente não existiam até 1946, ano em que a FCC começou a estabelecer a banda de transmissão para as televisões. Em 1949, um milhão de pessoas tinham televisões e, em 1951, esse número aumentou para 10 milhões em toda a América.

A rádio FM foi inventada por um homem chamado Edwin Armstrong. O objetivo era transmitir música em alta fidelidade e sem a interferência de eletricidade estática. Ele construiu a primeira estação em 1939, mas a rádio FM só se

tornou popular na década de 60. Por isso, as frequências da rádio FM são mais altas.

## Scanners de rádio

A maioria das rádios que você conhece tem uma única finalidade. Por exemplo: uma rádio AM pode ouvir estações AM nas frequências de 535 kilohertz a 1.7 megahertz, nada mais além disso. Uma rádio FM também só pode sintonizar estações FM nas frequências de 88 a 108 megahertz. As rádios CB podem ouvir somente 40 canais dedicados aos cidadãos e nada mais. Mas os **scanners de rádio** são diferentes.

Os scanners de rádio são receptores que podem captar uma grande **largura de frequência** e dessa forma você pode ouvir todo tipo de sinais de rádio. Geralmente, são utilizados pela polícia ou pelos bombeiros em situações de emergência, mas pode-se usar um scanner de rádio para ouvir muitos tipos de conversa. Você tem duas opções:

- Configurar o scanner para fazer uma varredura em uma **faixa de frequências** e parar quando detectar um sinal. Você pode até ouvir o que a polícia está fazendo se você souber a faixa de frequência utilizada por eles. Quando uma viatura faz uma chamada para informar um problema, a rádio capta esta frequência e você pode ouvir a conversa.
- Configurar o scanner para uma **frequência específica** e ouvir este canal. Por exemplo: você quer ouvir as transmissões entre a torre de controle e os aviões no aeroporto. Você pode fazer isso escutando a frequência específica utilizada pelo aeroporto. Um scanner de rádio pode captar uma grande faixa de frequências e com isso você pode sintonizar quase tudo que está no ar.

Para utilizar um scanner, você precisa ter uma boa **tabela de frequências** para saber onde a ação acontece. Para mais informações, confira os links na próxima página.

## Como funciona o rádio

### Introdução

As "ondas de rádio" transmitem músicas, conversas, fotos e dados através do ar, de maneira invisível, geralmente por milhões de quilômetros. Embora as ondas de rádio sejam invisíveis e completamente indetectáveis pelos humanos, elas mudaram totalmente a sociedade. Não importa se estamos falando sobre um telefone celular, um monitor de bebê, um telefone sem fio ou qualquer das outras milhares de tecnologias sem fio: todas elas usam ondas de rádio para comunicar.

Aqui estão apenas algumas das tecnologias do dia-a-dia que dependem das ondas de rádio:

- transmissões de rádio AM e FM

- telefones sem fio
- portões automáticos de garagem
- redes sem fio
- brinquedos controlados por rádio
- transmissões de TV
- telefones celulares
- receptores GPS
- radioamadores
- comunicações por satélite
- rádios da polícia
- relógios sem fio (em inglês)

Radares e fornos de microondas também dependem de ondas de rádio. Satélites de comunicação e navegação seriam impossíveis sem as ondas de rádio, como também a aviação moderna. Um avião depende de uma dúzia de sistemas de rádio diferentes. A tendência atual em direção ao acesso à Internet sem fio é também usar o rádio. Isso significa muito mais conveniência no futuro.

O engraçado é que o rádio é uma tecnologia incrivelmente simples. Apenas com alguns componentes eletrônicos que custam, no máximo, um ou dois dólares, você pode construir transmissores e receptores de rádio. A história sobre como algo tão simples tornou-se uma tecnologia fundamental do mundo moderno é fascinante!

Neste artigo, vamos explorar a tecnologia do rádio para você poder entender completamente como ondas de rádio invisíveis tornam tantas coisas possíveis.

### **O rádio mais simples**

O rádio pode ser extremamente simples. Por volta da virada do século, essa simplicidade possibilitou a quase todos os primeiros experimentos. Como ele é tão simples? Aqui está um exemplo:

- pegue uma bateria nova de 9 volts e uma moeda
- pegue um rádio AM e sintonize em uma área do dial (indicador de estações) em que você ouça um ruído
- agora segure a bateria perto da antena e rapidamente ligue os dois terminais da bateria com a moeda (conectando-os por um instante)
- você vai ouvir um estalo no rádio que é causado pela conexão e desconexão da moeda



### **Ligando os terminais de uma bateria de 9 volts, você consegue criar ondas de rádio que um rádio AM consegue receber**

Sua combinação de moeda com bateria é um transmissor de rádio. Ele não está transmitindo nada útil (somente ruído) e não vai transmitir muito longe (apenas uns poucos metros, porque não está otimizado para distâncias). Mas se você usar o ruído para enviar código Morse, de fato, conseguirá se comunicar por vários metros com este rudimentar dispositivo!

#### **Um rádio (ligeiramente) mais elaborado**

Se você quiser algo um pouco mais elaborado, use uma lixa de metal e dois pedaços de arame. Conecte uma ponta da lixa a um terminal da bateria de 9 volts. Conecte o outro pedaço de arame ao outro terminal da bateria e percorra, com a extremidade livre deste arame para cima e para baixo da lixa. Se fizer isso no escuro, você conseguirá ver pequenas faíscas de 9 volts correndo ao longo da lixa conforme a ponta do arame se conecta e se desconecta às arestas da lixa. Segure a lixa próxima a um rádio AM e você ouvirá muito ruído.

Nos primórdios do rádio, os transmissores eram chamados de indutores de faíscas (em inglês) e criavam uma corrente contínua de faíscas a voltagens muito mais altas (por exemplo, 20 mil volts). A alta voltagem criava grandes faíscas como as que você vê em uma vela de ignição e elas conseguiam transmitir a distâncias maiores. Hoje, um transmissor como esse é ilegal porque atravessa o espectro de radiofrequência inteiro, mas antigamente funcionava bem e era muito comum porque não havia muitas pessoas usando ondas de rádio.

#### **Os fundamentos do rádio: as partes**

Conforme foi visto na seção anterior, é incrivelmente fácil transmitir com ruído. Contudo, todos os rádios hoje usam **ondas senoidais contínuas** para transmitir informação (áudio, vídeo, dados). A razão pela qual hoje usamos ondas senoidais contínuas hoje é porque há muitas pessoas e aparelhos diferentes que querem usar ondas de rádio ao mesmo tempo. Se houvesse como vê-las, você descobriria que há literalmente milhares de ondas de rádio diferentes (na forma de ondas senoidais) ao seu redor neste momento: transmissões de TV, transmissões de rádio AM e FM, rádios da polícia e dos

bombeiros, transmissões de TV por satélite, conversas por celular, sinais de GPS e assim por diante. É incrível a quantidade de utilizações para as ondas de rádio atualmente (veja Como funcionam as ondas de rádio para ter uma idéia). Cada sinal de rádio diferente, usa uma **freqüência** de onda senoidal diferente e é, dessa forma, que os sinais são todos separados.

Qualquer estrutura de rádio tem duas peças:

- o **transmissor**
- o **receptor**

O transmissor obtém um tipo de mensagem (pode ser o som da voz de alguém, imagens para um aparelho de TV, dados para um modem de rádio ou o que quer que seja), a codifica em uma onda senoidal e a transmite por meio de ondas de rádio. O receptor recebe as ondas de rádio e decodifica a mensagem das ondas senoidais recebidas. Tanto o transmissor quanto o receptor usam **antenas** para irradiar e captar o sinal de rádio.

### **Os fundamentos do rádio: exemplos da vida real**

Uma babá eletrônica é um dos exemplos mais simples da tecnologia de rádio. Há um transmissor que fica no quarto do bebê e um receptor que os pais usam para escutá-lo. Aqui estão algumas das características importantes de uma babá eletrônica.

- modulação: amplitude modulada (AM)
- faixa de freqüência: 49 MHz
- número de freqüências: 1 ou 2
- potência do transmissor: 0,25 watts

(Não se preocupe se termos como "modulação" e "freqüência" não fizerem sentido agora, já, já, falaremos deles.)



**Uma babá eletrônica, com o receptor à esquerda e o transmissor à direita: o transmissor fica no quarto do bebê e é essencialmente uma mini**

**"estação de rádio". Os pais carregam o receptor pela casa para ouvir o bebê. A distância de transmissão está limitada a 61 metros.**

O telefone celular também é um rádio e um aparelho muito mais sofisticado (veja Como funcionam os telefones celulares para mais detalhes). O aparelho celular contém tanto um transmissor quanto um receptor, podendo usar ambos simultaneamente. O celular pode entender centenas de frequências diferentes e pode mudar automaticamente entre as frequências. Aqui estão algumas das características importantes de um telefone celular analógico típico:

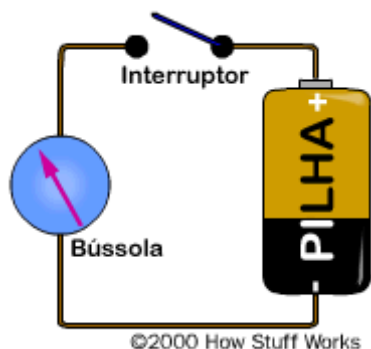
- modulação: frequência modulada (FM)
- faixa de frequência: 800 MHz
- número de frequências: 1664 (832 por provedor, dois provedores por área)
- potência do transmissor: 3 watts



**Um telefone celular comum contém tanto um transmissor quanto um receptor e ambos operam simultaneamente em frequências diferentes. O telefone celular se comunica com uma torre de celular e consegue transmitir a uma distância de 3 a 5 km.**

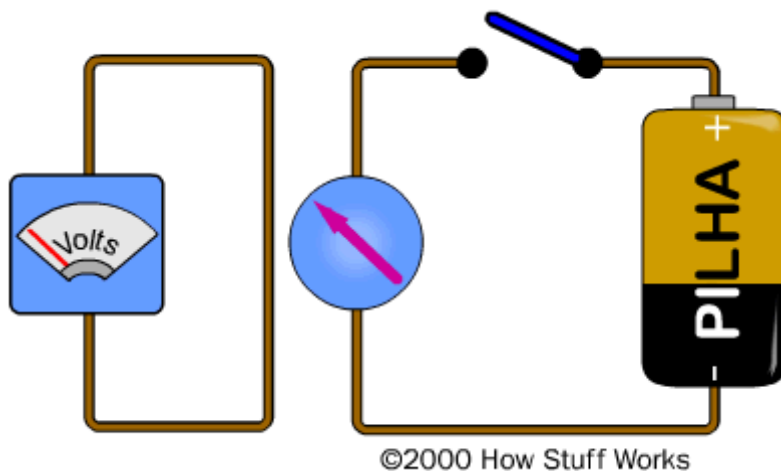
### **Transmissores simples**

Você pode ter uma idéia de como um transmissor de rádio funciona começando com uma bateria e um pedaço de fio elétrico. Em Como funcionam os eletroímãs, você entende que a bateria envia eletricidade (uma corrente de elétrons) através de um fio elétrico se você conectá-lo entre os terminais dela. Os elétrons em movimento criam um campo magnético ao redor do fio. Esse campo é forte o suficiente para afetar uma bússola.



Digamos que você pegue um outro fio elétrico e o coloque paralelo ao fio da bateria, mas a uns 5 cm de distância. Se conectar um voltímetro muito sensível a este outro fio, vai acontecer o seguinte: toda vez que conectar ou desconectar o primeiro fio da bateria, vai sentir uma voltagem e uma corrente muito pequena no segundo fio. Qualquer campo magnético mutante pode induzir um campo elétrico em um condutor: este é o princípio básico por trás de qualquer gerador elétrico. Então:

- a bateria cria fluxo de elétrons no primeiro fio
- os elétrons em movimento criam um campo magnético ao redor do fio
- o campo magnético estende-se até o segundo fio
- os elétrons começam a fluir no segundo fio toda vez que o campo magnético no primeiro fio muda



Uma coisa importante para notar é que os elétrons fluem no segundo fio somente quando você conecta ou desconecta a bateria. O campo magnético não faz com que os elétrons fluam no fio a menos que o campo magnético esteja **variando**. Conectar e desconectar a bateria muda o campo magnético (conectar a bateria ao fio cria o campo magnético, enquanto desconectá-la anula o campo). Os elétrons fluem no segundo fio nesses dois momentos.

### Transmissores simples: faça o seu

Para criar um transmissor de rádio simples, você precisa criar uma **corrente elétrica que mude com rapidez** em um fio. Você pode fazer isso conectando e desconectando a bateria bem rápido, assim:





Quando você conecta a bateria, a voltagem no fio é de 1,5 volts e quando a desconecta, a voltagem é de zero volt. Conectando e desconectando a bateria bem rápido, você cria uma onda quadrada que oscila entre 0 e 1,5 volts.

Uma maneira melhor é criar uma corrente elétrica que varie continuamente no fio. A forma mais simples (e mais fácil) de onda que varia continuamente é a onda senoidal, como mostrado abaixo:



Uma onda senoidal oscila facilmente entre 10 volts e -10 volts

Criando uma onda senoidal e fazendo-a percorrer através do fio, você cria um transmissor de rádio simples. É extremamente fácil criar uma onda senoidal com apenas alguns componentes eletrônicos: um capacitor e um indutor podem criar uma onda senoidal e alguns transistores podem amplificar a onda em um sinal poderoso (veja Como funcionam os osciladores para mais detalhes, e aqui (em inglês) está um diagrama simples de transmissor). Enviando esse sinal para uma antena, você pode transmitir a onda senoidal para o espaço.

Freqüência  
Uma característica da onda senoidal é a **freqüência**. A freqüência de uma onda senoidal é o número de vezes que ela oscila para cima e para baixo por segundo. Quando você ouve uma transmissão de rádio AM, o rádio está sintonizado em uma onda senoidal com uma freqüência de cerca de 1 milhão de ciclos por segundo (ciclos por segundo também são conhecidos como **hertz**). Por exemplo, 680 no dial AM significa 680 mil ciclos por segundo. Sinais de rádio FM operando na faixa de 100 milhões de hertz. 101,5 no dial FM significa um transmissor que gera uma onda senoidal a 101.500.000 ciclos por segundo. Veja Como funcionam as ondas de rádio para mais detalhes.

### Transmitindo informações

Se você tiver um transmissor transmitindo uma onda senoidal para o espaço com uma antena, você tem uma estação de rádio. O único problema é que a

onda seno não contém qualquer informação. Você precisa **modular** a onda de algum modo para codificar informações nela. Há três maneiras comuns de modular uma onda senoidal.

- **Modulação por pulso.** Na PM (modulação por pulso), você simplesmente liga e desliga a onda senoidal. Esta é uma maneira fácil de enviar código Morse. A PM não é tão comum, mas um bom exemplo dela é o sistema de rádio que envia sinal para relógios controlados por rádio (em inglês) nos Estados Unidos. Um transmissor de PM é capaz de cobrir todos os Estados Unidos.



- **Amplitude modulada.** Estações de rádio AM e imagens de um sinal de TV usam amplitude modulada para codificar informações. Na amplitude modulada, a amplitude da onda senoidal (sua voltagem pico-a-pico) muda. Por exemplo, a onda senoidal produzida pela voz da pessoa é colocada sobre a onda senoidal do transmissor para variar sua amplitude.



- **Freqüência modulada.** Estações de rádio FM e centenas de outras tecnologias sem fio (incluindo o som de um sinal de TV, telefones sem fio, telefones celulares, etc.) usam freqüência modulada. A vantagem da FM é que é amplamente imune o ruído. Na FM, a freqüência da onda senoidal do transmissor muda muito ligeiramente baseada no sinal da informações.



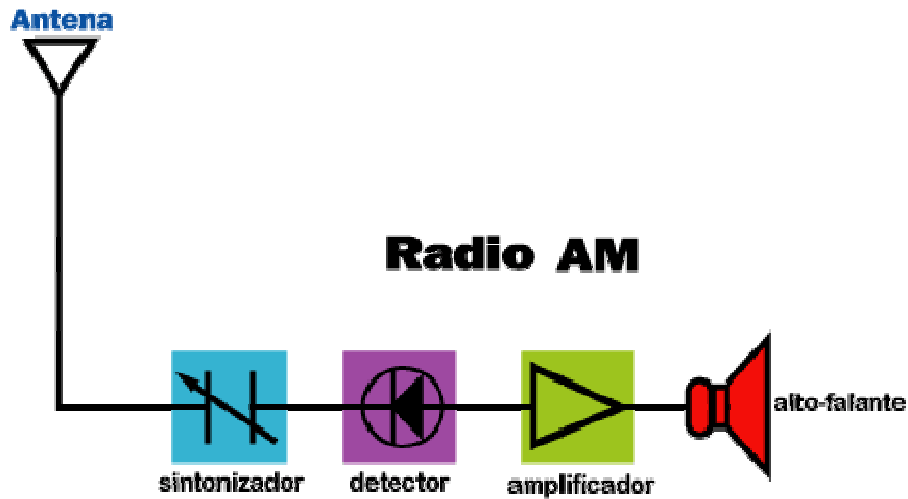
Uma vez que você modula uma onda seno com informações, você pode transmitir estas informações.

### Recebendo um sinal AM

Aqui está um exemplo do mundo real. Quando você sintoniza o rádio AM do seu carro em uma estação (por exemplo, 680 no dial AM), a onda senoidal do transmissor está transmitindo a 680 mil hertz (a onda senoidal se repete 680 mil vezes por segundo). A maneira de modular a voz do DJ nessa onda portadora é variar a amplitude da onda seno do transmissor. Numa estação AM

grande um amplificador amplifica o sinal para algo perto de 50 mil watts. Então a antena envia as ondas do rádio para o espaço.

Dessa forma, o rádio AM do seu carro (um receptor) recebe o sinal de 680 mil hertz que o transmissor enviou e extrai dele as informações (a voz do DJ)? Aqui estão as etapas:

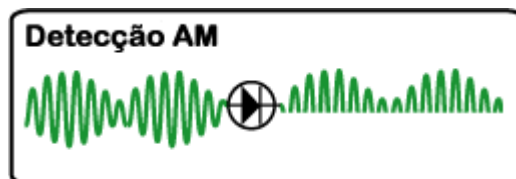


©2000 How Stuff Works

- a menos que você esteja sentado bem ao lado do transmissor, o receptor do seu rádio vai precisar de uma **antena** para ajudá-lo a captar as ondas de rádio do transmissor. Uma antena AM é simplesmente uma haste de arame ou metal que aumenta a quantidade de metal com que as ondas do transmissor podem interagir;
- o receptor do seu rádio precisa de um **sintonizador**. A antena vai receber milhares de ondas senoidal. O trabalho do sintonizador é separar uma onda senoidal de milhares de sinais de rádio que a antena recebe. Nesse caso, o sintonizador é ajustado para receber o sinal de 680 mil hertz;

Os sintonizadores funcionam usando um princípio chamado **ressonância**. Isto é, os sintonizadores **ressoam** e amplificam uma frequência específica e ignoram todas as outras frequências no ar. É fácil criar um ressonador com um capacitor e um indutor (veja Como funcionam os osciladores para ver como os indutores e capacitores funcionam juntos para criar um sintonizador).

- o sintonizador faz com que o rádio receba somente uma frequência de onda senoidal (nesse caso, 680 mil hertz). Agora o rádio tem de extrair a voz do DJ da onda senoidal. Isto é feito com uma parte do rádio chamada **detector** ou **demodulador**. No caso de um rádio AM, o detector é feito com um componente eletrônico chamado **diodo**. O diodo permite que a corrente flua em uma direção, mas não em outra, cortando um lado da onda, deste modo:



©2000 How Stuff Works

- o rádio então **amplifica** o sinal cortado e o envia para os alto-falantes (ou um fone de ouvido). O amplificador é feito de um ou mais transistores (mais transistores significa mais amplificação e, portanto, mais potência para os alto-falantes).

O que você ouve saindo dos alto-falantes é a voz do DJ.

Em um rádio FM, o detector é diferente, mas o resto é igual. Em recepção FM, o detector transforma as mudanças na frequência em som. A antena, sintonizador e amplificador são os mesmos.

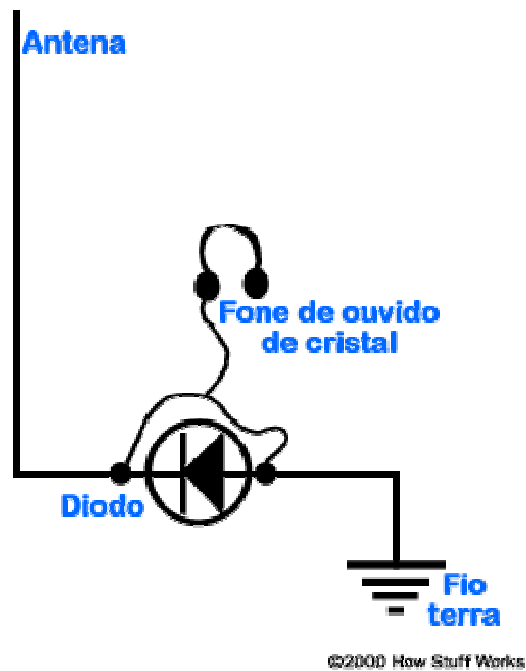
### **O receptor AM mais simples**

No caso de um sinal AM forte, você pode criar um receptor de rádio simples com apenas duas peças e um fio. O processo é extremamente simples. Veja o que você precisará:

- **um diodo.** diodo;
- **dois pedaços de fio.**
- **uma pequena estaca de metal** que você pode enfiar dentro da terra (ou se o transmissor tiver um trilho de proteção ou cerca de metal próxima, você pode usá-los);
- **um fone de ouvido de cristal.**

Você precisa agora encontrar e estar próximo a uma torre de transmissão de uma estação de rádio AM (dentro de um raio de cerca de 1,6 km) para que isso funcione. Aqui está o que fazer:

- coloque a haste de metal dentro da terra ou encontre um poste de metal. Retire o material isolante da extremidade de um pedaço de fio de 3 metros e enrole-o em volta da haste/poste de 5 a 10 vezes para obter uma conexão boa e sólida. Isto é o fio terra;
- conecte o diodo à outra extremidade do fio terra;
- pegue um outro pedaço do fio, de 3 a 6 metros de comprimento, e conecte uma de suas extremidades à outra extremidade do diodo. Este fio é a sua antena. Coloque-o no chão ou pendure-o em uma árvore, mas certifique-se de que a extremidade desencapada não toque o chão;
- conecte o fone de ouvido às extremidades do diodo, assim:



Agora se você colocar o fone de ouvido na orelha, vai ouvir a estação de rádio: este é o receptor de rádio mais simples possível. Este projeto super simples não vai funcionar se você estiver muito longe da estação, mas realmente demonstra quão simples pode ser um receptor de rádio.

Veja como funciona: sua antena de fio está recebendo todos os tipos de sinais de rádio, mas como você está muito próximo de um transmissor específico, isso não importa muito. O sinal mais próximo cobre os demais por um fator de milhões. Pelo fato de estar tão próximo de um transmissor, a antena também está recebendo muita **energia**: o suficiente para acionar um fone de ouvido! Portanto, você não precisa de um sintonizador, de baterias ou de qualquer outra coisa. O diodo age como um detector para o sinal AM como foi descrito na seção anterior. Você pode ouvir a estação apesar da falta de um sintonizador e de um amplificador!

O kit de Rádio de Cristal pode conter duas peças extras: um indutor e um capacitor. Essas duas peças criam um sintonizador que dá ao rádio um raio de ação maior. Veja Como funcionam os osciladores para mais detalhes.

### Princípios básicos da antena

Você já deve ter notado que quase todo rádio (como o seu telefone celular, o rádio do seu carro, etc.) tem uma **antena**. As antenas vêm em todos os tamanhos e formas, dependendo da frequência que estiverem tentando receber. A antena pode ser qualquer coisa, de um longo fio duro (como nas antenas de rádio AM/FM na maioria dos carros) até algo tão bizarro quanto uma antena parabólica. Transmissores de rádio também usam torres de antenas extremamente altas para transmitir seus sinais.

A idéia por trás de uma antena em um transmissor de rádio é lançar ondas de rádio no espaço. Em um receptor, a idéia é receber tanta potência do

transmissor quanto for possível e fornecê-la ao sintonizador. Para os satélites que estão a milhões de quilômetros de distância, a NASA (em inglês) usa enormes antenas parabólicas de até 60 metros de diâmetro.

O tamanho ideal de uma antena de rádio está relacionado à frequência do sinal que ela estiver tentando transmitir ou receber. A razão para essa relação tem a ver com a **velocidade da luz** e a velocidade com que os elétrons conseguem viajar. A velocidade da luz é de 300 mil quilômetros por segundo. Na próxima página, vamos usar esse número para calcular o tamanho de uma antena de tamanho real.

### Antena: exemplos da vida real

Digamos que você está tentando construir uma torre de rádio para uma estação de rádio AM de 680. Ela transmite o sinal senoidal com uma frequência de 680 mil hertz. Em um ciclo da onda senoidal, o transmissor vai mover os elétrons dentro da antena em uma direção, alternar e puxá-los de volta, alternar e puxá-los para fora e então alternar e movê-los de volta novamente. Em outras palavras, os elétrons vão mudar de direção quatro vezes durante um ciclo da onda seno. Se o transmissor estiver funcionando em 680 mil hertz, isso significa que cada ciclo se completa em  $(1/680\ 000)$  0 00000147 segundos. Um quarto disto é 0 0000003675 segundos. À velocidade da luz, os elétrons conseguem viajar 0,11 km em 0 0000003675 segundos. Isto significa que o tamanho adequado da antena para um transmissor de 680 mil hertz é de cerca de 110 metros. Estações de rádio AM necessitam de torres muito altas. Para um telefone celular que funciona à 900 MHz, por outro lado, o tamanho favorável de antena é de cerca de 8,3 centímetros. É por isso que os telefones celulares têm antenas pequenas.



Você deve ter notado que uma antena de rádio AM no seu carro não tem 110 metros de comprimento. Se tornasse a antena mais longa ela receberia melhor, mas as estações AM são tão fortes na cidade que, na verdade, não importa se sua antena tem o tamanho ideal.

Você deve imaginar por que, quando um transmissor de rádio transmite algo, as ondas de rádio precisam se propagar da antena através do espaço na velocidade da luz. Por que as ondas de rádio viajam milhões de quilômetros? Por que a antena simplesmente não tem um campo magnético ao seu redor, próximo dela, como um fio anexado à bateria? Uma maneira simples de pensar sobre isso é esta: quando a corrente entra na antena, ela cria um campo

magnético ao seu redor. Vimos também que o campo magnético cria um campo elétrico (voltagem e corrente) em outro fio colocado próximo ao transmissor. Acontece que, no espaço, o campo magnético criado pela antena induz um campo elétrico no espaço. Este campo elétrico, por sua vez, induz um outro campo magnético no espaço, que induz um outro campo elétrico, que induz um outro campo magnético, e assim por diante. Estes campos elétricos e magnéticos (campos eletromagnéticos) induzem uns aos outros no espaço à velocidade da luz, viajando para longe da antena.

Para mais informações sobre rádio e assuntos relacionados, confira os links na página da:

**howstuffworks**  
**comotudofunciona**

<http://informatica.hsw.uol.com.br/>