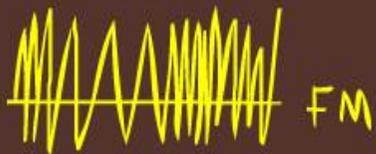


Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Professor Bairros (13/01/2025)

VEJA COMO FUNCIONAM AS DEMODULAÇÕES AM E FM.



**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**
www.bairrospd.com
Professor Bairos

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

Sumário

1. Introdução.	4
2. O demodulador.	5
3. A demodulação AM	6
4. Detector de envelope.	7
5. DEMODULADORES FM.	14
6. Detector de inclinação.	16
7. Detector de inclinação balanceado.	20
8. Discriminador de Foster-Seely.	22
9. Resumo.	30
10. Conclusão.	31
11. Créditos.	32

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

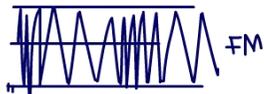


YOUTUBE: <https://youtu.be/-fmwUYg7j8I>

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

1. Introdução.

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

Para a Transmissão de rádio comercial são usadas duas formas de modulações a frequência Modulada e a amplitude Modulada, nesse tutorial eu vou mostrar as formas mais comuns de demodular esses sinais, extraíndo os sinal de baixa frequência da portadora de RF, e transformando naquele som que alegra os seus domingos.

Vamos lá então?

Figura 1

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

2. O demodulador.



Logo após o estágio do amplificador de FI, existe o circuito chamado de demodulador ou detector, que terá a função de extrair o sinal de áudio que modula o sinal de radiofrequência, mas como as modulações FM e AM são muito diferentes os circuitos para demodulação também são muito diferentes.

Figura 2

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

3. A demodulação AM



Existem dois tipos de demoduladores de Amplitude Modulada, o detector de envelope e o detector de produto, mas nos radinhos o detector de envelope é o preferido, isso porque o sinal recebido por esse tipo de Transmissão comercial é composto por uma portadora mais a sua envoltória, quando o sinal de RF está presente facilita muito o circuito de detecção, nessa situação o detector de envelope funciona bem, apesar de não ser a melhor solução no quesito ruído, mas você consegue escutar perfeitamente a narração do seu joguinho de futebol.

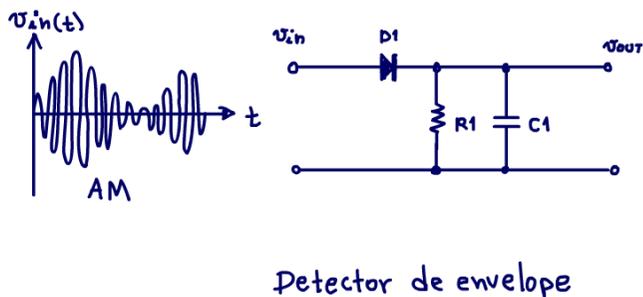
Quando você quiser mais qualidade, você vai trocar para FM.

Figura 3

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

4. Detector de envelope.

4. Detector de envelope.



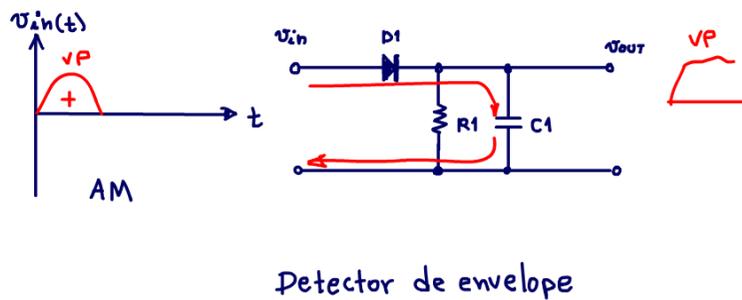
O circuito do detector de envelope é mostrado na figura.

O detector de envelope, que também é conhecido como detector de pico, consiste simplesmente de um diodo de germânio em série com uma rede de resistor e capacitor em paralelo, uma configuração similar ao retificador de meia onda, na verdade é um retificador de meia onda para a rádio frequência, por isso usam diodo de germânio.

Figura 4

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

4. Detector de envelope.

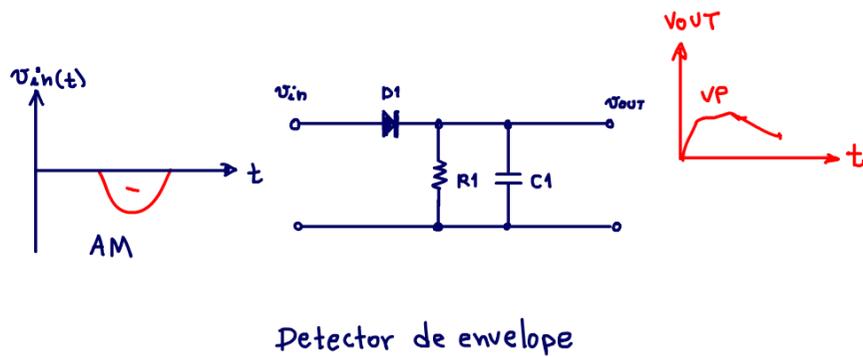


O funcionamento deste detector é muito simples o diodo $D1$ conduzirá somente durante o semiciclo positivo,

Figura 5

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

4. Detector de envelope.

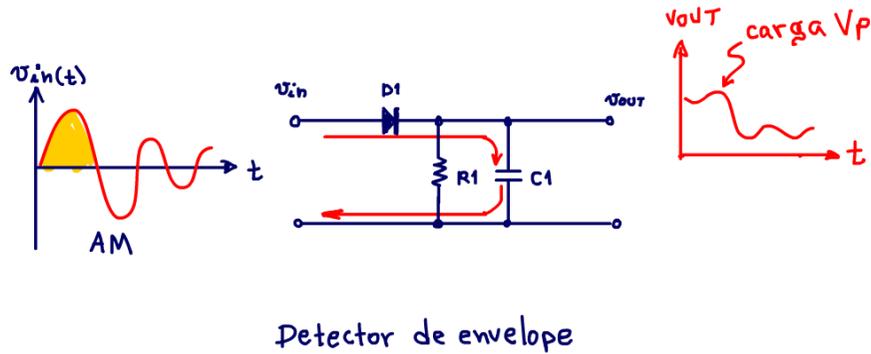


Bloqueando totalmente os semiciclos negativos, você já ouviu falar nisso lá no retificador de meia onda.

Figura 6

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

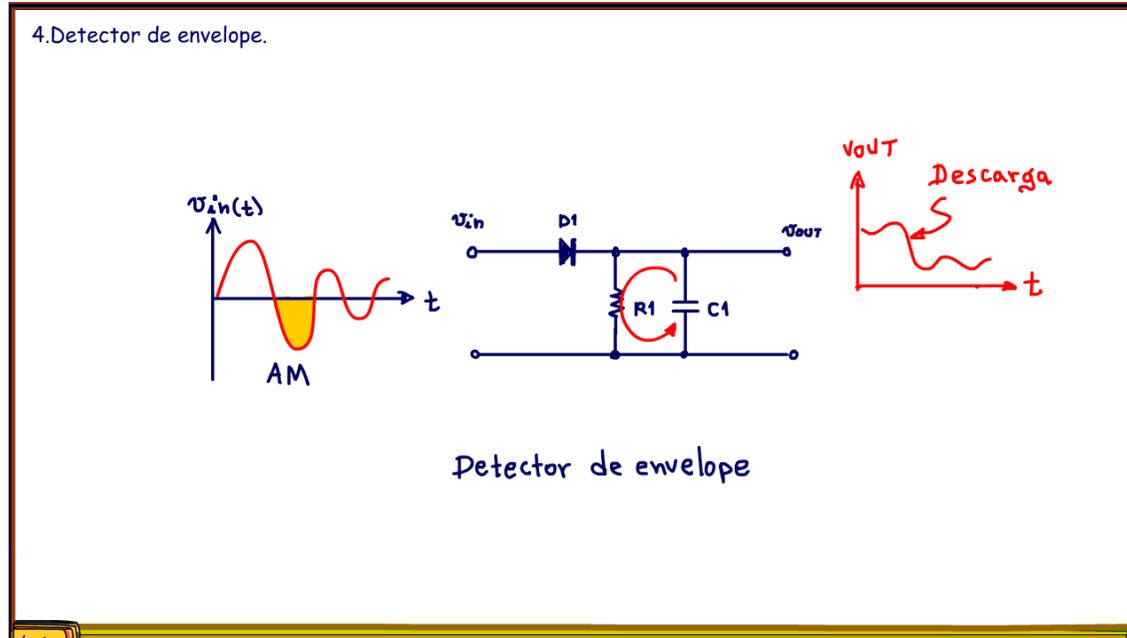
4. Detector de envelope.



O capacitor $C1$ vai funcionar exatamente igual ao capacitor de filtro do retificador de meia onda, aqui o capacitor $C1$ vai ficar carregado com a tensão de pico retificada pelo diodo $D1$.

Figura 7

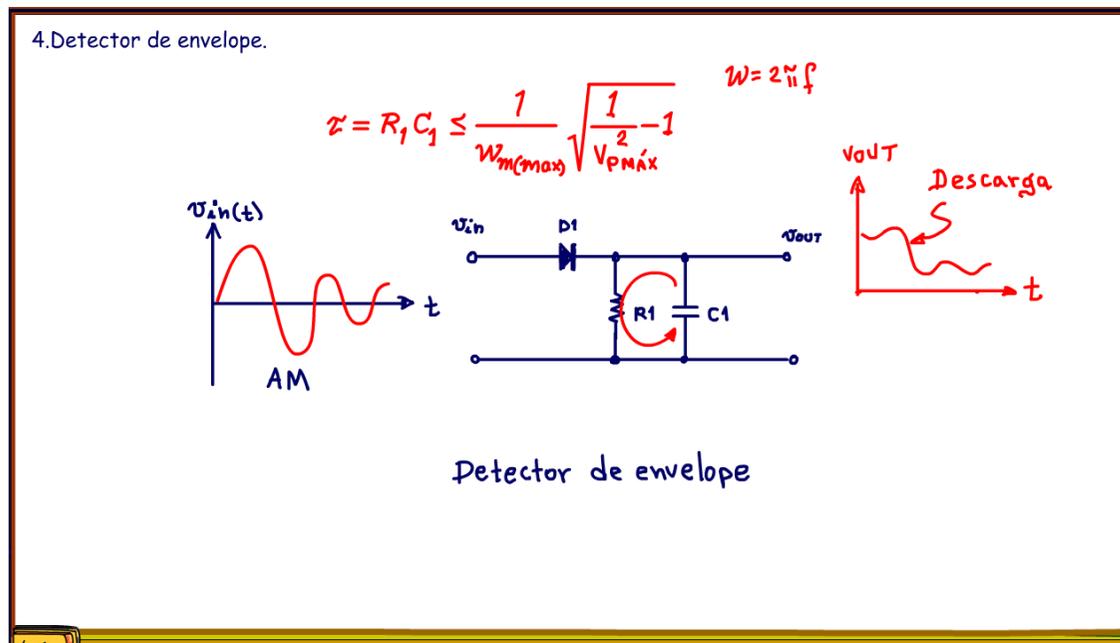
Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Durante o semiciclo negativo o capacitor C1 vai se descarregar via resistência R1, formando assim uma espécie de filtro de baixa frequência, o resultado desse ciclo de carga e descarga do capacitor é que o sinal de radiofrequência vai ser eliminado e vai sobrar só a envoltória, o sinal de áudio.

Figura 8

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



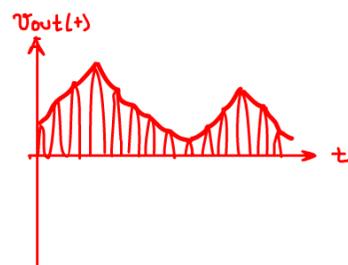
Os valores da resistência e do capacitor devem ser escolhidos de forma a ter uma constante de tempo curta para os sinais de áudio e uma constante de tempo muito longa para as frequências de rádio frequência, a portadora.

Você sabia que existe um valor ideal para a constante de tempo do circuito RC que garante o sinal de saída melhorado, vou deixar na figura a título de informação, vai que um dia você precise!

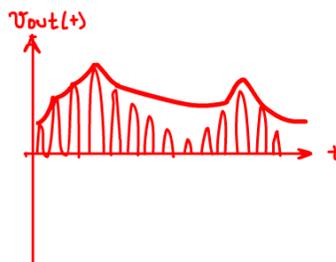
Figura 9

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

4. Detector de envelope.



(a) RC correto



(b) RC muito Largo

Observe na figura a resposta do circuito RC para uma escolha correta da constante de tempo, figura a, ou uma constante de tempo muito larga, figura b!

Figura 10

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

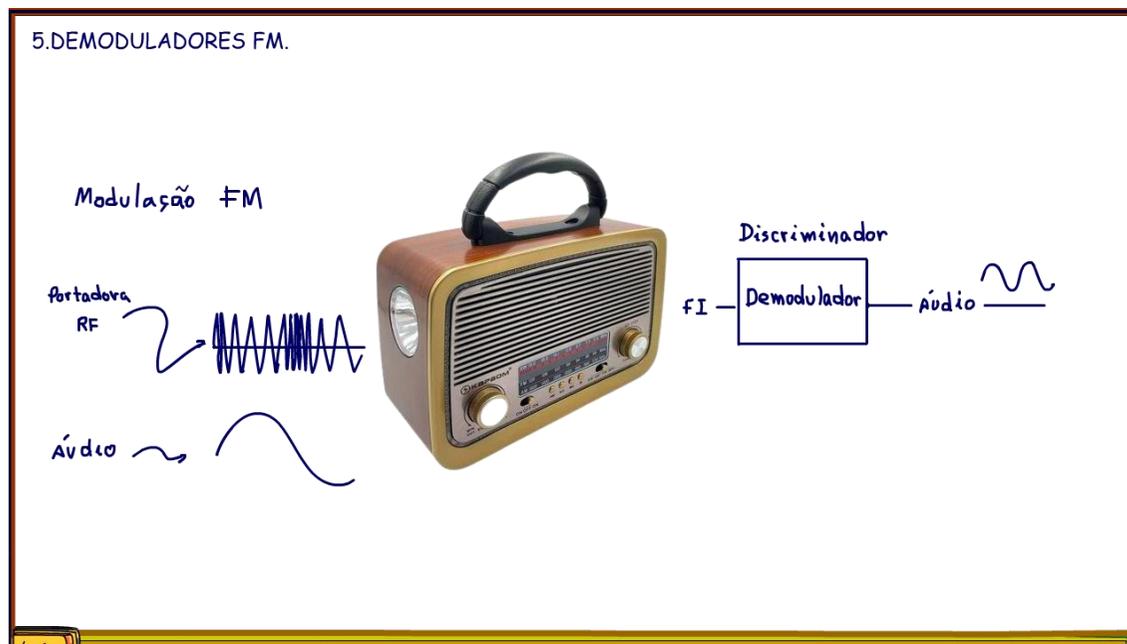
5. DEMODULADORES FM.



Durante a Transmissão em frequência modulado quem vai variar agora é a frequência da portadora, a amplitude vai se manter constante, isso garante um sinal modulado de melhor qualidade, praticamente imune às interferências eletromagnéticas.

Figura 11

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



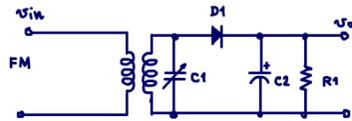
O circuito detector de um rádio FM deverá ser capaz de extrair o sinal de áudio do sinal de radiofrequência modulado em frequência, esse tipo de circuito é chamado de discriminador, existem várias formas de fazer isso, hoje vou mostrar as mais comuns usadas nos radinhos de FM.

Figura 12

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

6. Detector de inclinação.

6. Detector de inclinação.



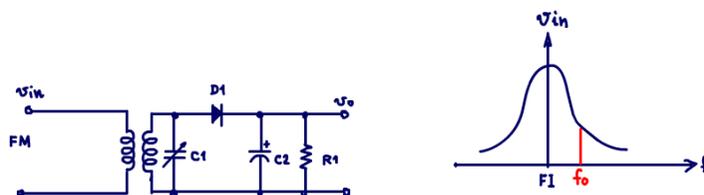
Detector de Inclinação

O detector de inclinação é o detector básico para FM, é o mais simples de todos, veja na figura que é similar ao circuito de detector de envelope do radinho AM, mas o seu funcionamento é totalmente diferente.

Figura 13

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

6. Detector de inclinação.



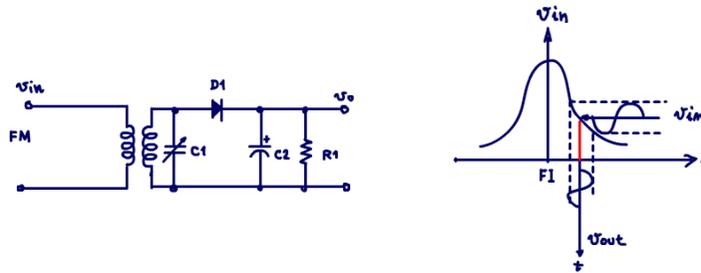
Detector de Inclinação

Para detectar a variação da frequência o truque é sintonizar o circuito LC, veja que agora tem um capacitor em paralelo com o secundário formando um circuito sintonizado na frequência intermediária, mas não exatamente na frequência intermediária, a sintonia é levemente deslocada como você pode ver na figura.

Figura 14

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

6. Detector de inclinação.



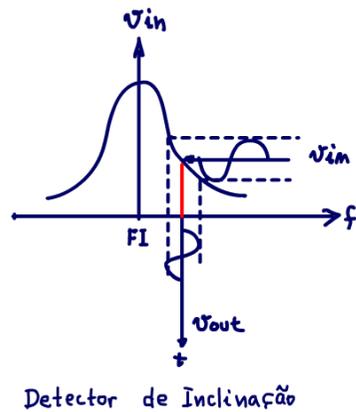
Detector de Inclinação

O resultado é que a amplitude do sinal detectado varia ao redor da frequência sintonizada, varia conforme a inclinação da banda de sintonia, se a frequência aumenta a amplitude diminui, se a frequência diminui a amplitude aumenta, viu na saída teremos um sinal que é proporcional a variação da frequência, é proporcional ao sinal de áudio, muito simples não é mesmo?

Figura 15

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

6. Detector de inclinação.



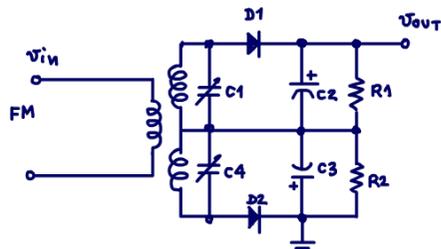
Apesar de ser um circuito muito simples a grande desvantagem desse circuito é a falta de linearidade, então ele é pouco usado, mas existe um circuito chamado de inclinação balanceada, tão simples quanto o detector de inclinação mas que melhora muito a resposta, esse circuito também é conhecido como detector de Round-Travis.

Figura 16

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

7. Detector de inclinação balanceado.

7. Detector de inclinação balanceado.



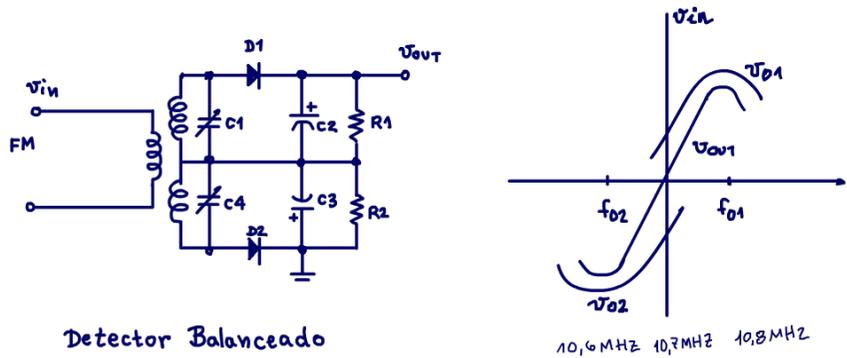
Detector Balanceado

O detector de inclinação balanceado usa um truque muito simples, funciona como um retificador de onda completa, o secundário é composto por dois circuitos LC sintonizados, mas com a sintonias levemente deslocadas, um conjunto desloca a sintonia para cima e outro para baixo, por exemplo, para a frequência de sintonia do primário em 10,7 Mhz, os secundários poderão ser sintonizados em 10,8 MHz e 10,6 MHz.

Figura 17

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

7. Detector de inclinação balanceado.



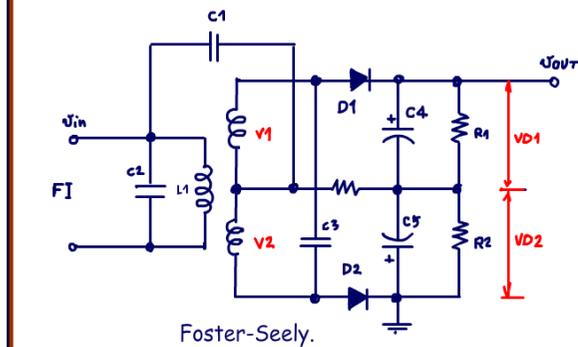
Veja o gráfico na figura, mostrando que a linearidade aumenta nesse tipo de circuito, esse já é um circuito muito usado nos radinhos comerciais mais baratinhos.

Figura 18

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

8. Discriminador de Foster-Seely.

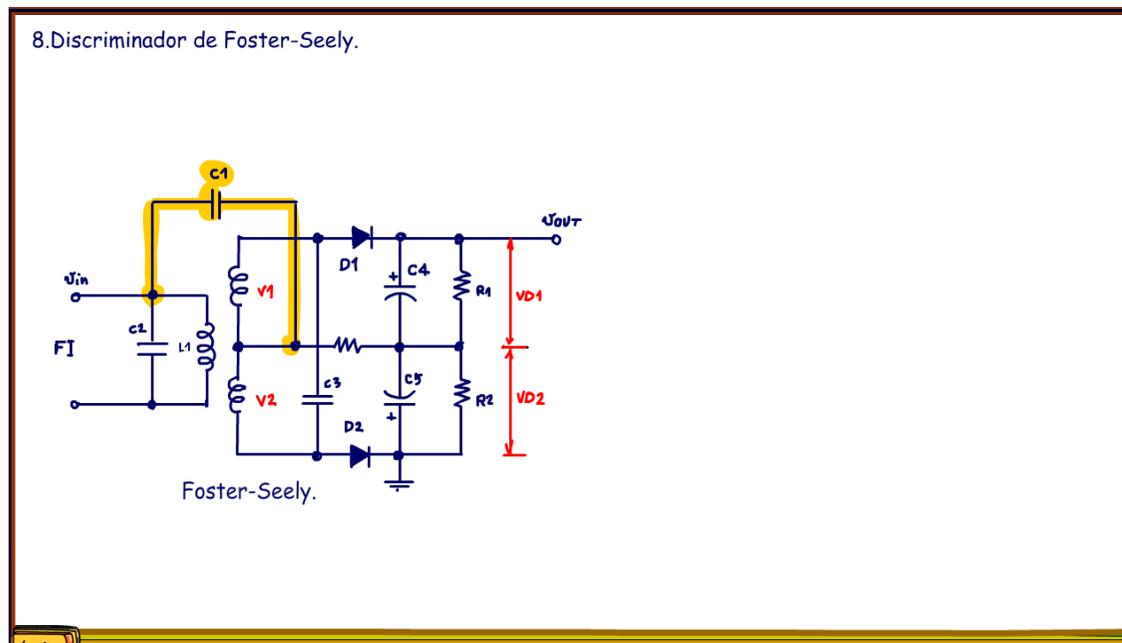
8.Discriminador de Foster-Seely.



Mas o circuito discriminador mais usado é o discriminador de Foster-Seely, veja o circuito na figura, veja que ele se parece muito com o detector de inclinação balanceado, mas o seu funcionamento é bem diferente.

Figura 19

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



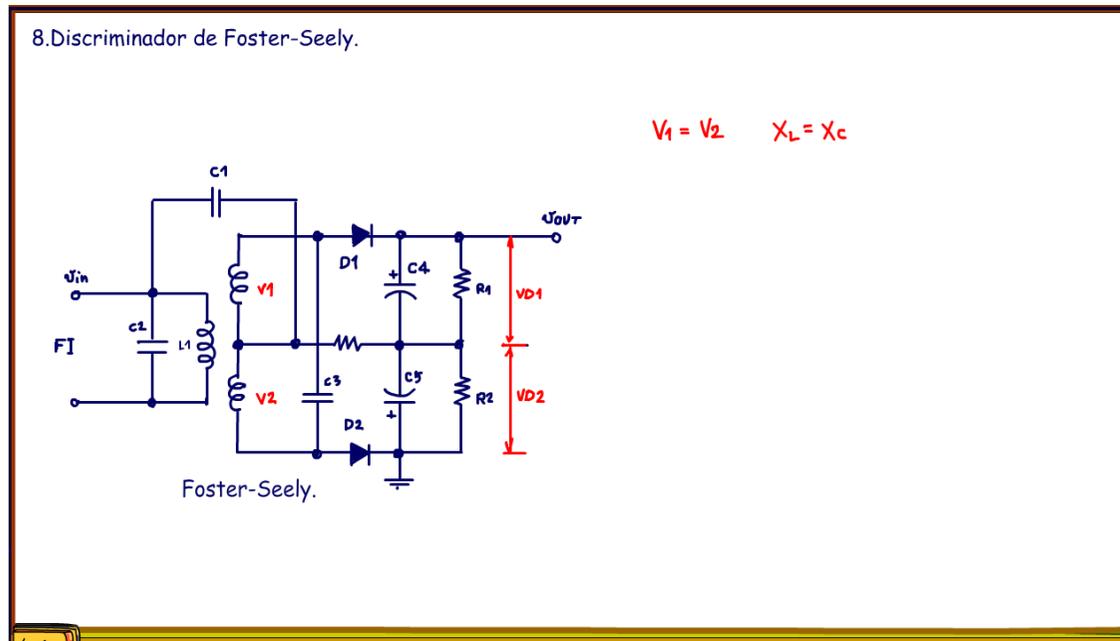
O discriminador de “foster-seely” é formado por um transformador com seu primário e secundário sintonizados na frequência central de FI. O segredo aqui é o capacitor C1 entre o primário e o centro do secundário.

Esse capacitor gera um potencial diferencial de referência para o terminal central do transformador.

Veja o seu funcionamento.

Figura 20

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

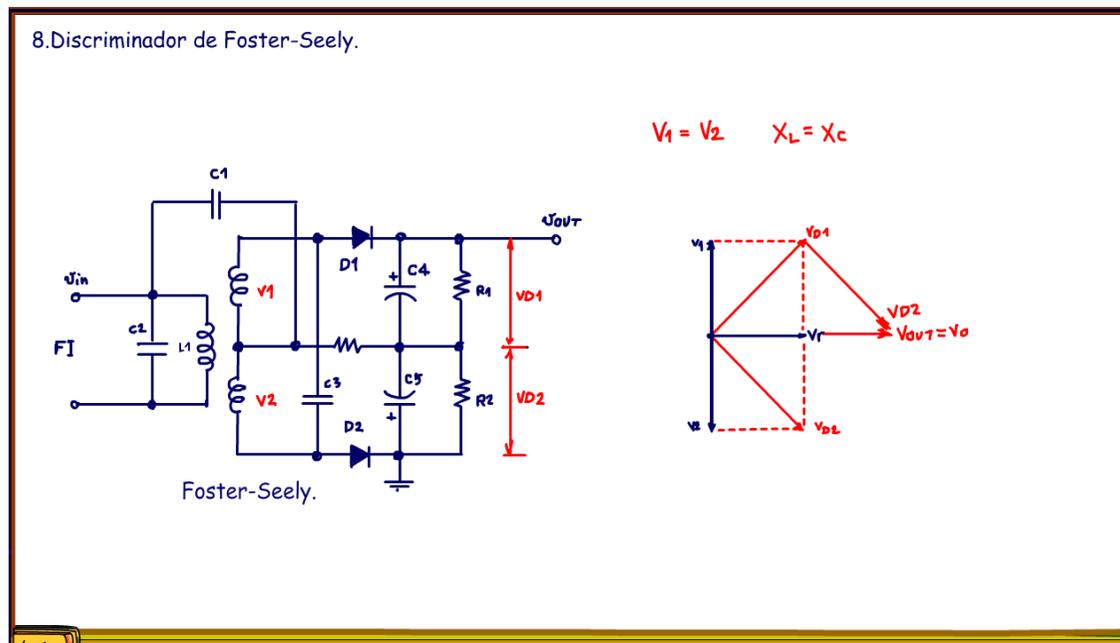


Veja o que acontece se a frequência da estação receptora não estiver modulada.

Nessa condição as tensões no secundário V_1 e V_2 serão exatamente iguais, mas estarão a 90° da referência, a reatância indutiva vai ser igual a reatância Capacitiva ($X_L = X_C$).

Figura 21

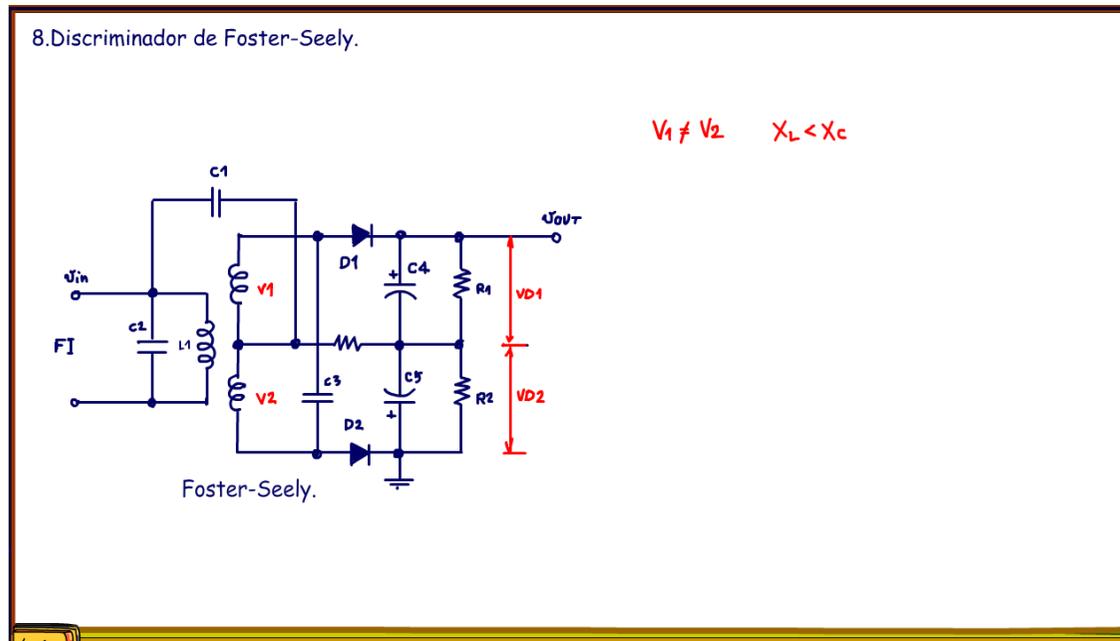
Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Nessa condição as tensões resultantes VD1 e VD2 terão a mesma amplitude os dois diodos conduzirão igualmente, e a tensão de saída será igual ao valor central, vou chamar de tensão V_o .

Figura 22

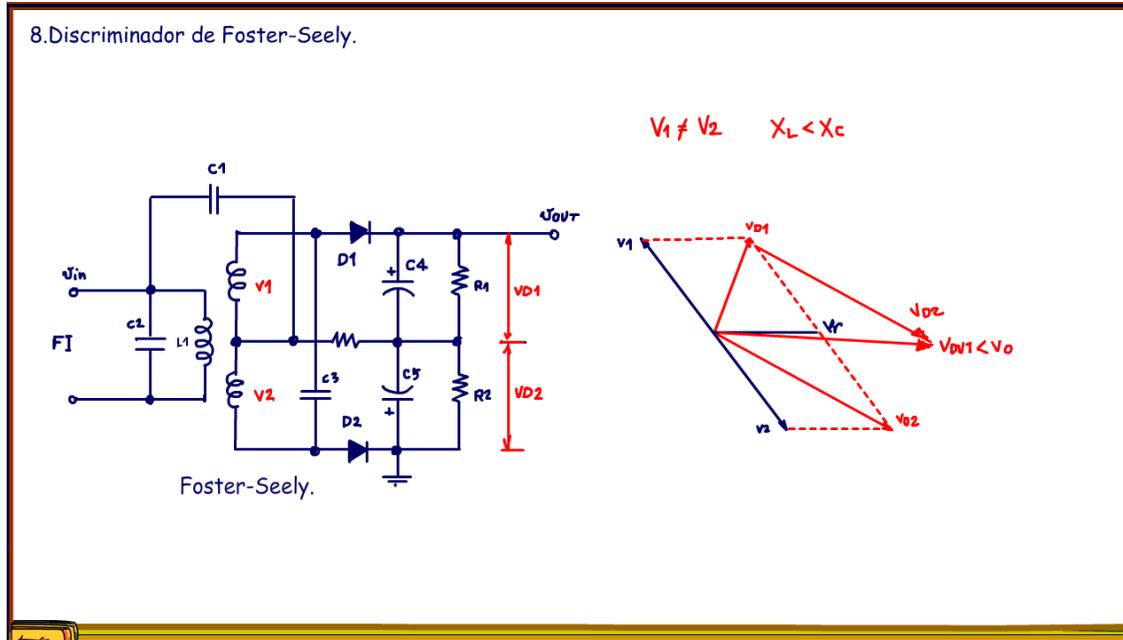
Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Quando a frequência da estação sintonizada está abaixo da frequência de ressonância, ela está modulada com um sinal de áudio de baixa amplitude, as tensões sofrem uma defasagem devido à atenuação indutiva do circuito, a reatância capacitiva é maior do que a reatância indutiva ($X_L < X_C$).

Figura 23

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

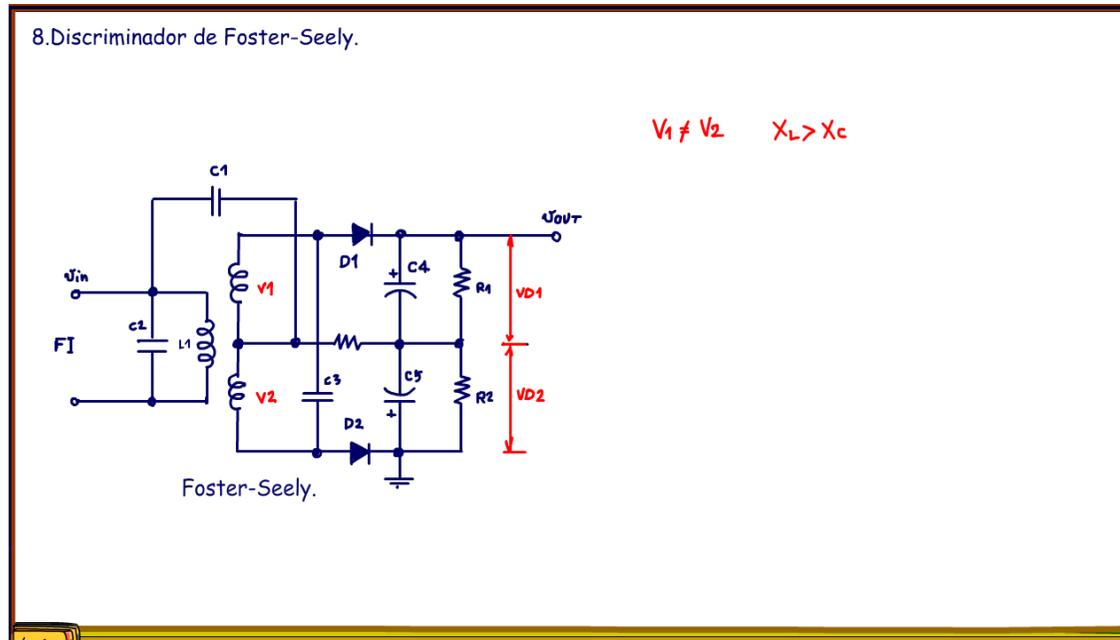


Nessa condição a tensão no diodo D2, a tensão V2 estará adiantada em relação a referência (V_r), enquanto a tensão no diodo D1, a tensão V1, vai estar atrasada, assim sendo, a resultante VD1 vai ficar menor do que VD2.

Veja como fica o gráfico dos vetores, fica mais fácil olhar as tensões como vetores.

Figura 24

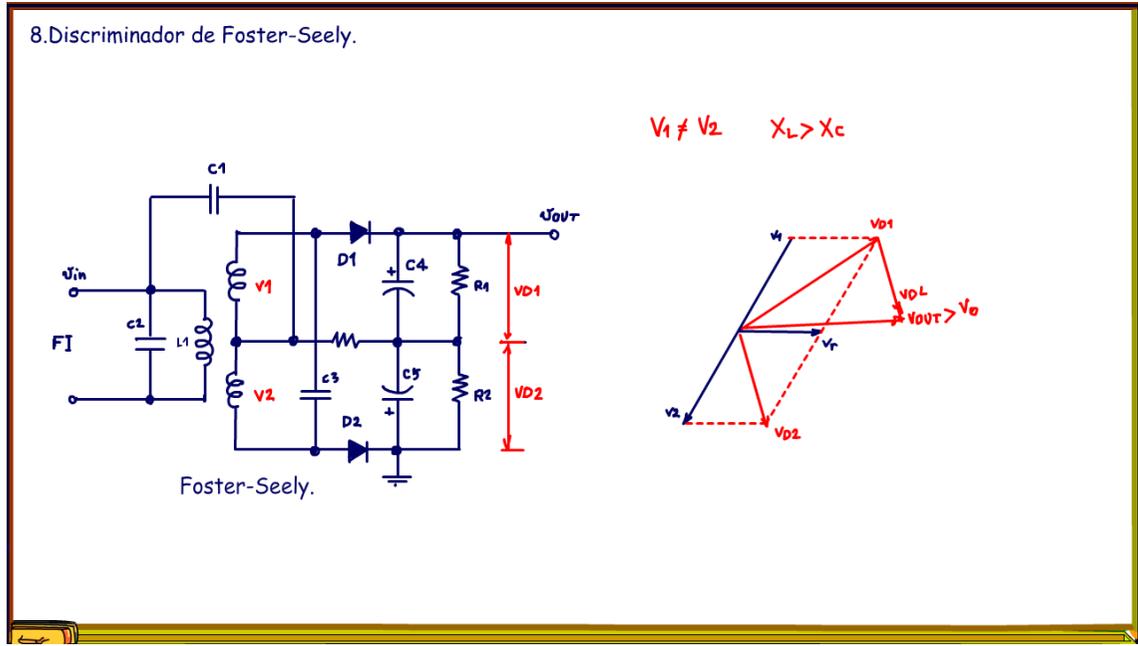
Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



Acima da frequência de ressonância as tensões V_1 e V_2 , estarão moduladas com um sinal de áudio de alta amplitude, as tensões vão estar defasadas também, mas agora devido à atenuação capacitiva do circuito, a reatância indutiva é maior do que a reatância capacitiva ($X_L > X_C$).

Figura 25

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.



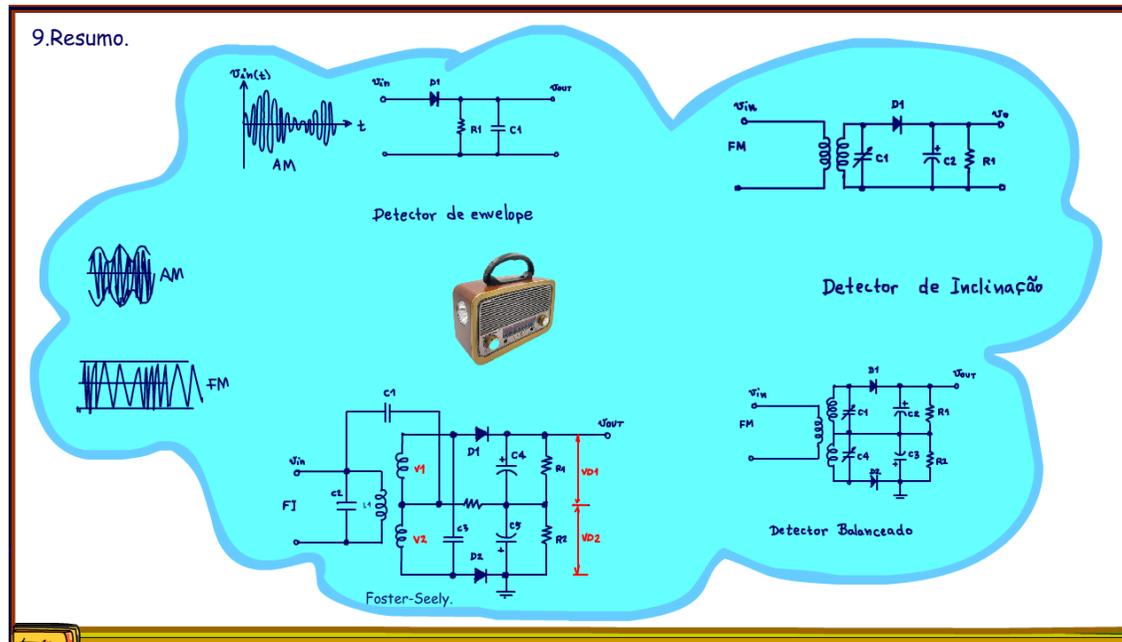
Nessa condição a tensão agora no diodo D1, a tensão V1 é que estará adiantada em relação referência (Vr), enquanto a tensão no diodo D2, a tensão V2, vai estar atrasada, assim sendo, a resultante VD1 agora vai ficar maior do que VD2.

Veja como fica o gráfico dos vetores.

Figura 26

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

9. Resumo.

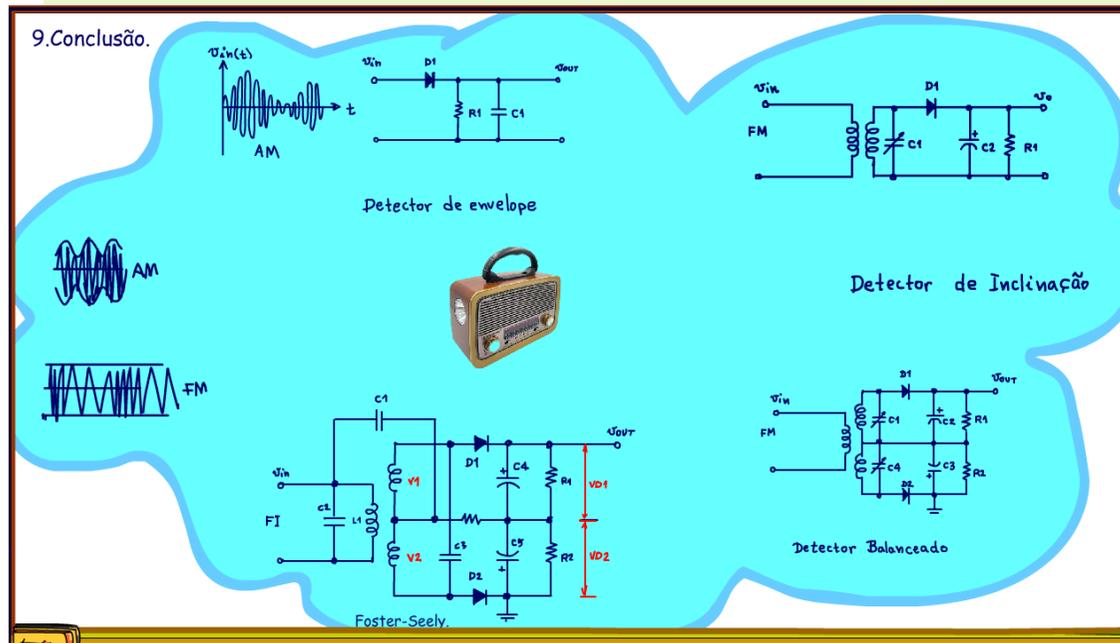


Pronto, esses são os principais tipos de demoduladores usados nos rádios comerciais, com advento dos rádios digitais, isso tudo é processado dentro de um circuito integrado, fica menor, fica muito melhor e fica muito mais barato, isso não pode ser ruim jamais.

Figura 27

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

10. Conclusão.



Você viu nesse tutorial, um apanhado geral de como um sinal de rádio modulado em AM e FM são demodulados, bom proveito.

Figura 28

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

11. Créditos

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

Arthurzinho: E não tem site.

Tem sim é www.bairrospd.com lá você encontra o PDF e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

www.bairrospd.com

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

20250112 Veja como funcionam as demodulações AM e FM

Veja como funcionam as demodulações AM e FM.

Para a Transmissão de rádio comercial são usados duas formas de modulação a frequência Modulada e a amplitude Modulada, nesse tutorial eu vou mostrar as formas mais comuns de demodular esses sinais, extraíndo esses sinais da portadora de RF, e transformando naquele som que alegra os seus domingos.

Vamos lá então?

Assuntos relacionados.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

YOUTUBE: <https://youtu.be/-fmwUYg7j8I>

Modulação AM, modulação FM, demodulação AM, demodulação FM, detector de envoltória, discriminador de FM, detector de inclinação, detector balanceado, discriminador Foster-Seely,