

## Como construir um gerador de varredura para FI.

Um sweep ou gerador de varredura é um equipamento muito utilizado em manutenção e calibração de transmissores e mesmo receptores de tv.

Seu princípio de funcionamento consiste em gerar uma portadora que varie sua freqüência pelo espectro, de uma forma linear, e sempre com a mesma amplitude. Desta forma é possível se traçar curvas de circuitos sintonizados, sejam eles passivos (filtros, etc) como ativos (amplificadores sintonizados, etc).

Existem geradores de varredura que cobrem diversas faixas de freqüências, por exemplo:

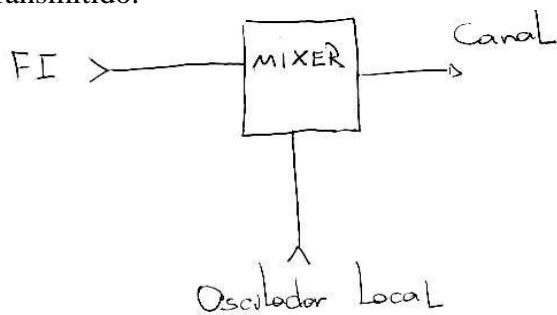
- geradores para a faixa de VHF
- geradores para a faixa de UHF.
- geradores para a faixa de FI (freqüência intermediária - de 41 a 47 Mhz).
- geradores para a faixa de VHF e UHF.
- etc.

No nosso exemplo estaremos estudando um gerador para a faixa de FI. Este gerador já foi montado e está em funcionamento há uns 3 anos. Não apresenta grandes dificuldades na sua construção, embora seja um circuito que trabalhe com RF. O único inconveniente é que ele utiliza dois amplificadores para RF (MWA110, tente na: <http://www.rfparts.com/>) que dificilmente são encontrados no Brasil (estou estudando alternativas eficientes para isto).

Mas antes de nos aventurarmos no projeto um pouco de teoria.

### Freqüência Intermediária (FI).

Freqüência Intermediária é uma freqüência em que todos os canais transmitidos ou recebidos, são convertidos, para que seja mais fácil a amplificação, modulação ou demodulação dos mesmos, entre outros fatores. Sendo assim em um transmissor de TV canal 25, por exemplo, a modulação das portadoras e uma prévia amplificação do canal será feita na faixa da FI (41 a 47 Mhz), depois, através do batimento com um oscilador, será convertido para a freqüência do canal 25 (freqüência entre 536 a 542Mhz ), amplificado até a potência desejada e transmitido.



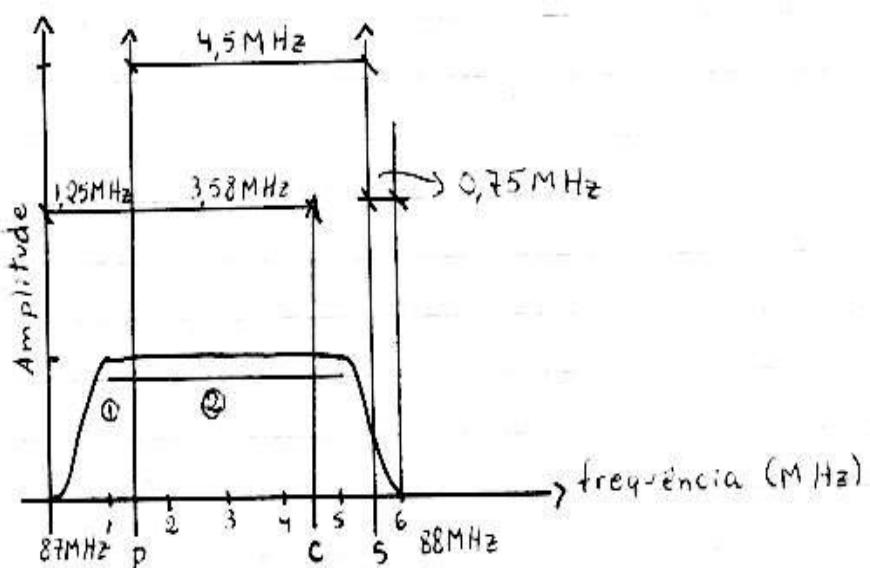
Em um receptor de TV todos os canais recebidos (que vão de uma faixa de freqüência entre 54 a 806 Mhz) são convertidos para FI para serem amplificados e demodulados mais facilmente. Cabe aqui lembrar que no padrão adotado no Brasil todo canal de TV tem uma largura de 6MHz.

## O Canal Padrão de TV

Chamamos de canal padrão de TV o espaço que o mesmo ocupa dentro do espectro das frequências, juntamente com todos os seus sinais característicos. Como exemplo podemos citar: As portadoras e suas faixas laterais, etc.

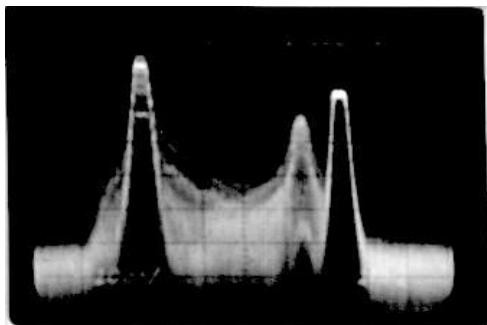
O canal padrão de TV ocupa uma faixa de 6 MHz. A título de esclarecimento podemos dizer que um canal que comece em 82 MHz acaba em 88 MHz.

Abaixo está representado um canal padrão:



- 1 - 0,25 MHz - frequências laterais inferiores
- 2 - 4 MHz - frequências laterais superiores
- P - portadora de imagem
- S - portadora de som
- C - subportadora de cor

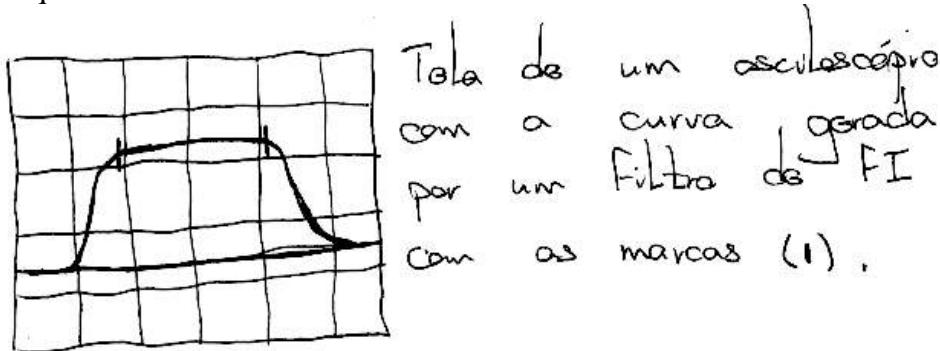
Acima temos informações sobre os padrões para um canal de TV.  
Na figura abaixo podemos ver uma foto de um canal obtida através de um analisador de espectro.



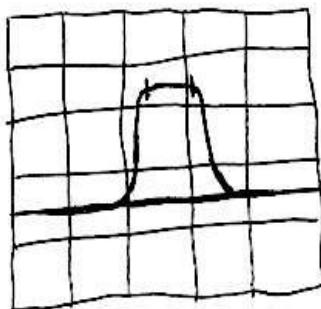
A portadora da esquerda é a do vídeo e a da direita a do áudio. Entre as duas está a subportadora de cor.

### Vamos agora para o gerador.

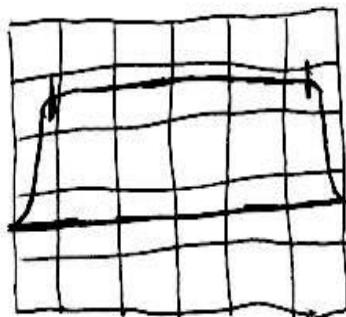
Este gerador cria uma portadora que fica “passeando” pelo espectro de freqüência entre 39 a 50 Mhz, desta forma cobre, com sobra, toda a faixa de FI. A velocidade com que esta portadora se desloca pelo espectro é de 50 Hz. Simplificando: A portadora fica se movendo pelo espectro de freqüências, e faz este movimento de varredura 50 vezes por segundo.  
Este gerador tem duas marcas, que são duas referências geradas através de osciladores a cristal. Estas marcas nos permitem ajustar corretamente um amplificador de FI e os circuitos subsequentes.



Estas marcas tem duas freqüências distintas, uma delas está em 41,25MHz (que corresponde a freqüência da portadora de áudio) e a outra está em 45,75MHz (que corresponde a freqüência da portadora de vídeo). Estas marcas são necessárias para que possamos ajustar a curva de filtros ou amplificadores de FI corretamente. Sem elas não saberíamos se estaríamos dentro da faixa correta.



Sweep com BW Larga  
Entre o inicio da varredura e o final há uma grande diferença de Frequências, por isso a curva Fica estreita.



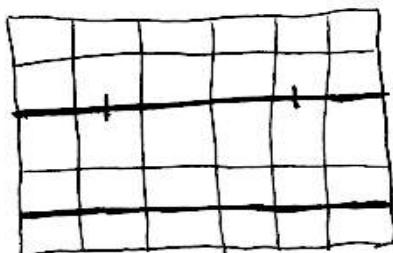
Sweep com BW larga.  
A diferença de frequência entre o inicio e o fim da varredura é pequena. Por isso a curva Fica larga.

A largura da varredura pode ser ajustada para uma melhor visualização da curva na tela do osciloscópio. Todo gerador de varredura deve ser utilizado com um osciloscópio duplo traço, posicionado na escala x-y, um detector, que nada mais é do que um circuito que transformará o nível de RF em nível DC, além de um atenuador.

O nível das marcas também pode ser ajustado para, também, uma melhor visualização.

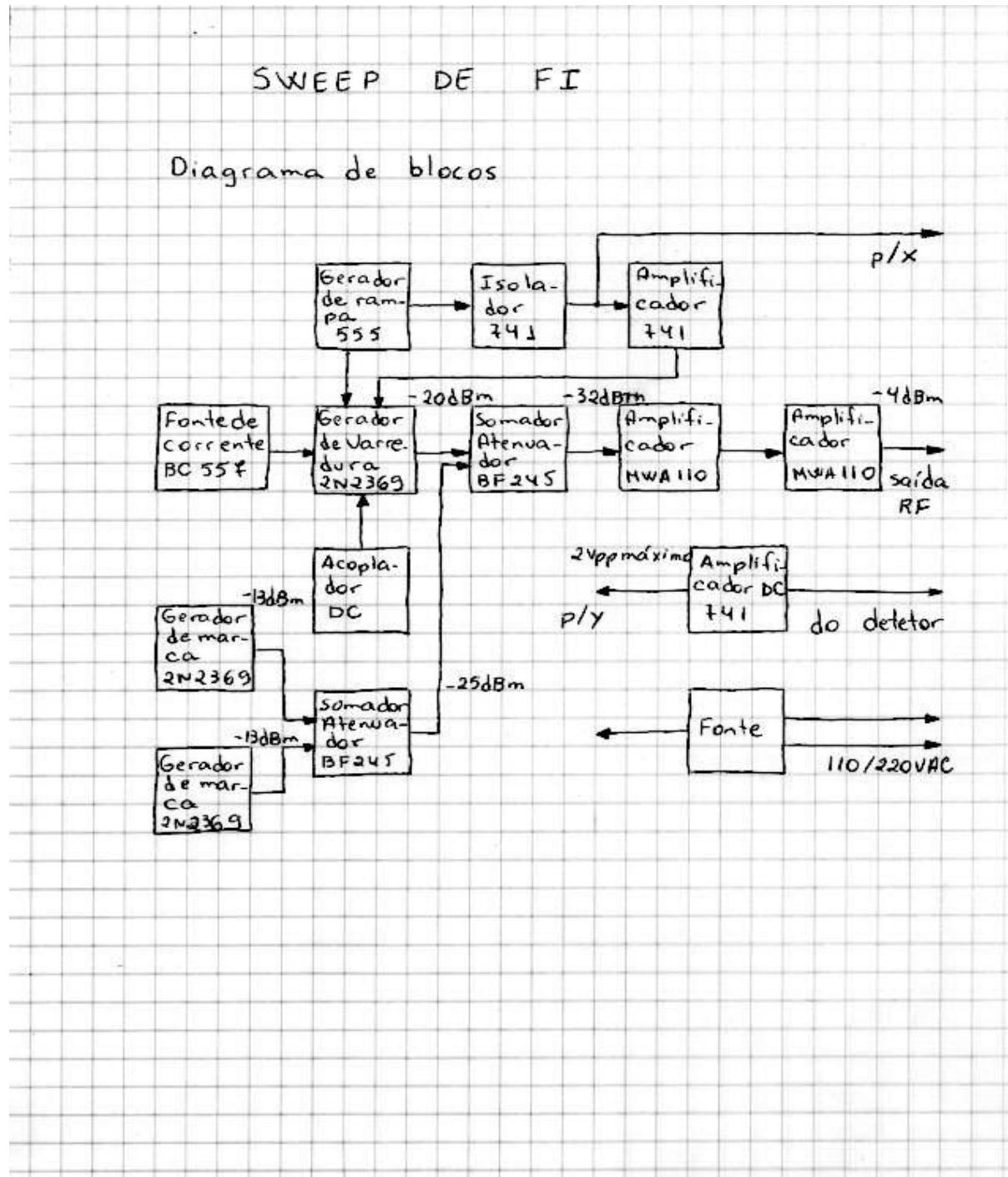
A freqüência central pode ser ajustada de forma a centralizarmos perfeitamente a curva na tela do osciloscópio.

Teremos também o ajuste do nível de saída de RF (saída da FI) e o nível do sinal detectado, que já é um sinal DC. Estes dois ajustes devem ser feitos marcando-se uma referência na tela do osciloscópio.



Exemplo de calibração dos equipamentos  
→ Aqui os equipamentos estão calibrados para um nível que ocupa duas divisões.

Diagrama de blocos, circuitos separados, explicações do funcionamento e forma de ajuste:



Gerador de rampa - é o circuito responsável por gerar a rampa que irá fazer a deflexão horizontal do osciloscópio. A freqüência desta rampa é de 50 Hz. Além desta função, este circuito também gera um sinal de apagamento, sem este sinal a imagem na tela do osciloscópio não ficaria perfeita. Junto com este circuito trabalham também os amplificadores e isoladores com o LM741 e o acoplador DC.

Acoplador DC - define a freqüência central do gerador de varredura.

Gerador ou oscilador de varredura - é o circuito oscilador de RF responsável por gerar as freqüências entre, aproximadamente 39 a 50 Mhz.

Gerador de marca - é um oscilador a cristal que gera uma freqüência fixa. Esta freqüência será a marca que definirá em que freqüência será sintonizado um circuito.

Somador/Atenuador - é o circuito responsável por somar os sinais e atenuá-los (ajustá-los) até os níveis corretos. Este circuito é usado tanto para somar as marcas, como para somar as marcas com a freqüência de varredura.

Amplificador - amplifica a freqüência de varredura junto com as marcas de forma que estas tenham um nível correto.

Amplificador DC - amplifica o sinal DC detectado pelo detetor, se necessário, depois este sinal é aplicado na entrada Y do osciloscópio.

Fonte de corrente - é utilizada para alimentar o gerador de varredura, desta forma consegue-se uma maior linearidade na amplitude de saída deste gerador, independente da freqüência, momentaneamente gerada (a freqüência gerada fica variando entre 39 a 50 Mhz num período de 50 vezes por segundo - 50Hz).

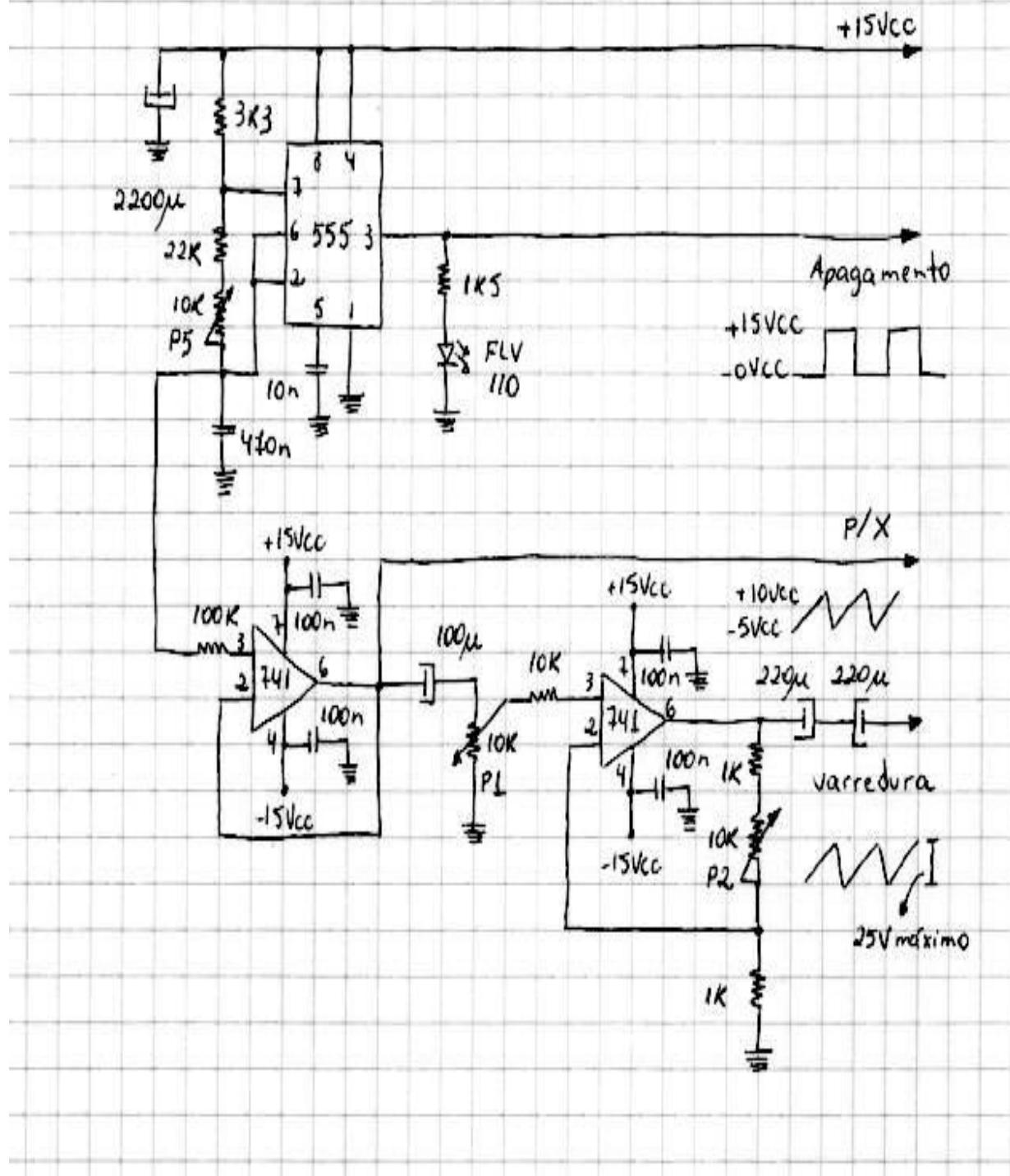
Fonte de alimentação - é a responsável pela alimentação dos diversos circuitos.

É importante observar que este sweep deve ser montado com os circuitos separados, serão diversas placas. Uma com a fonte, outra com gerador de rampa, isoladores amplificadores com 741, fonte de corrente, acoplador DC, amplificador DC e gerador de varredura. Mais duas, uma para cada somador e atenuador, e outras duas para cada gerador de marcas. Além disto existem mais duas placas separadas, uma para cada amplificador de RF (MWA110). Este tipo de construção permite um melhor funcionamento do circuito, pois estamos separando, na medida do possível, a parte de RF do restante do circuito. É imprescindível que todo este circuito, com diversas placas, seja montado dentro de uma caixa metálica. Detetores e atenuadores não fazem parte do sweep mas são necessários para o uso do mesmo.

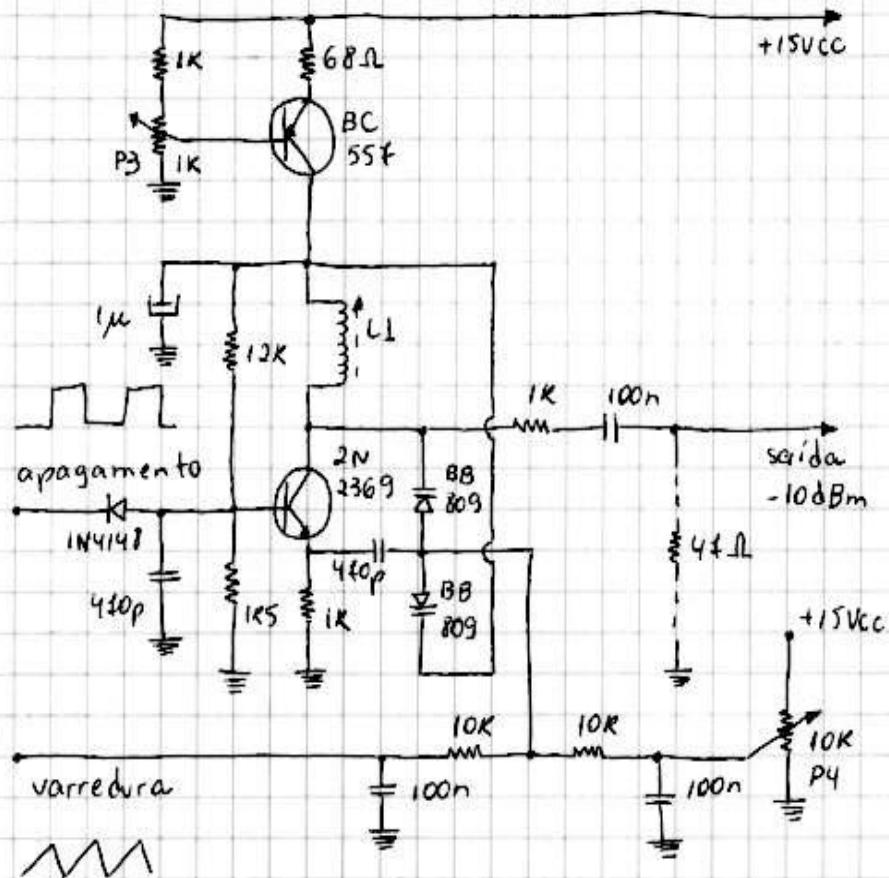
Nas páginas seguintes veremos os esquemas dos diversos blocos, alguns destes esquemas incluem mais de um bloco.

A função dos ajustes estão nas figuras finais e estão divididos entre ajustes internos e externos. Os ajustes internos só são feitos após a montagem do sweep ou quando necessário uma calibração do mesmo. Os ajustes externos são utilizados para o correto uso do sweep.

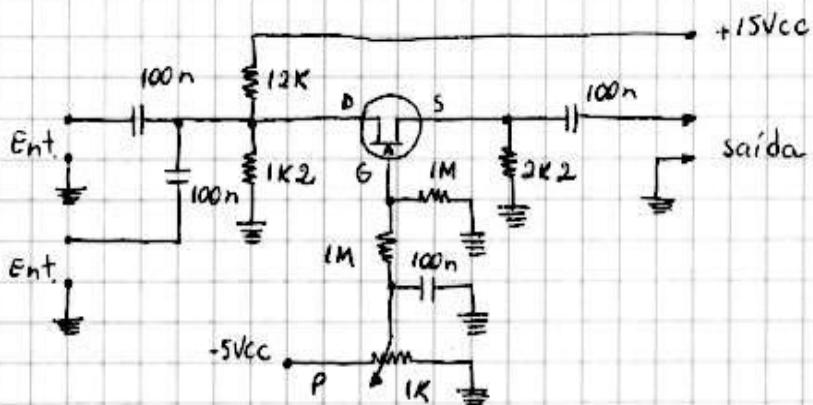
Parte 1 - Gerador de rampa / Gerador de Apagamento.



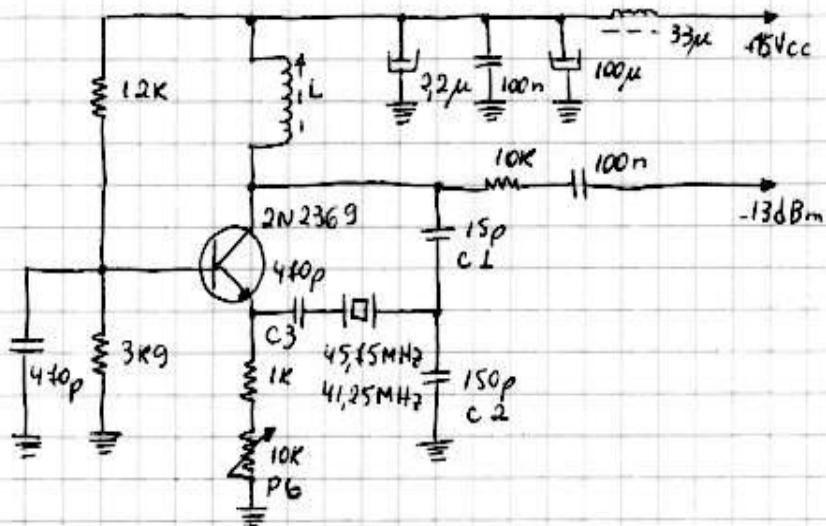
## Parte 2 - Oscilador de Varredura



## Parte 3 - Somador / Atenuador



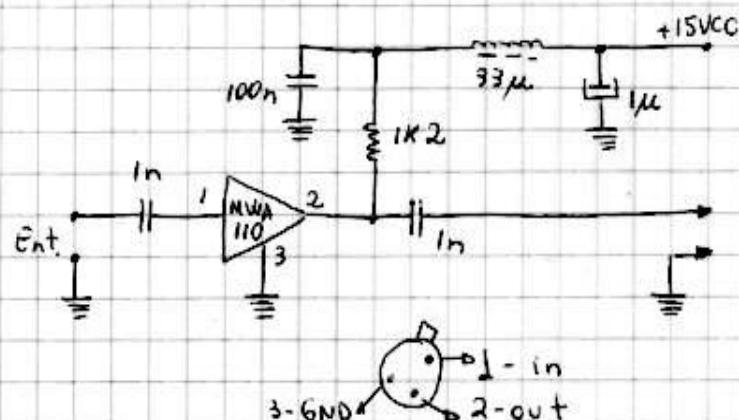
## Parte 4 - Gerador de marcas



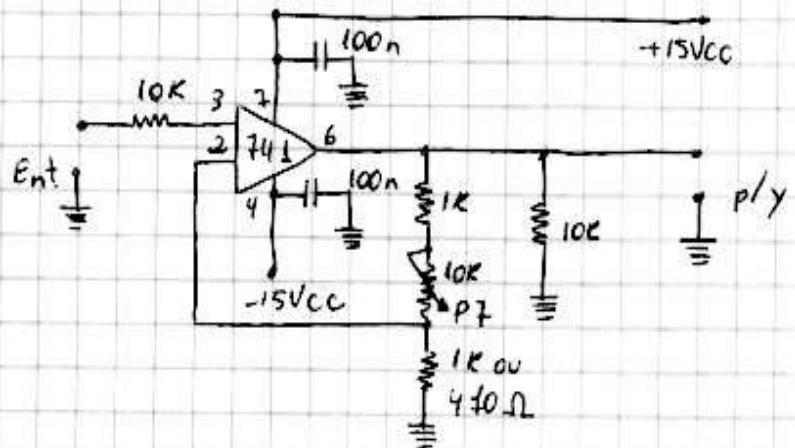
C1 - sempre menor que C2, caso contrário não oscilará o circuito.

C3 - deve ter um valor algumas vezes maior que a capacidade do xtal. Na prática 150 pF para C3

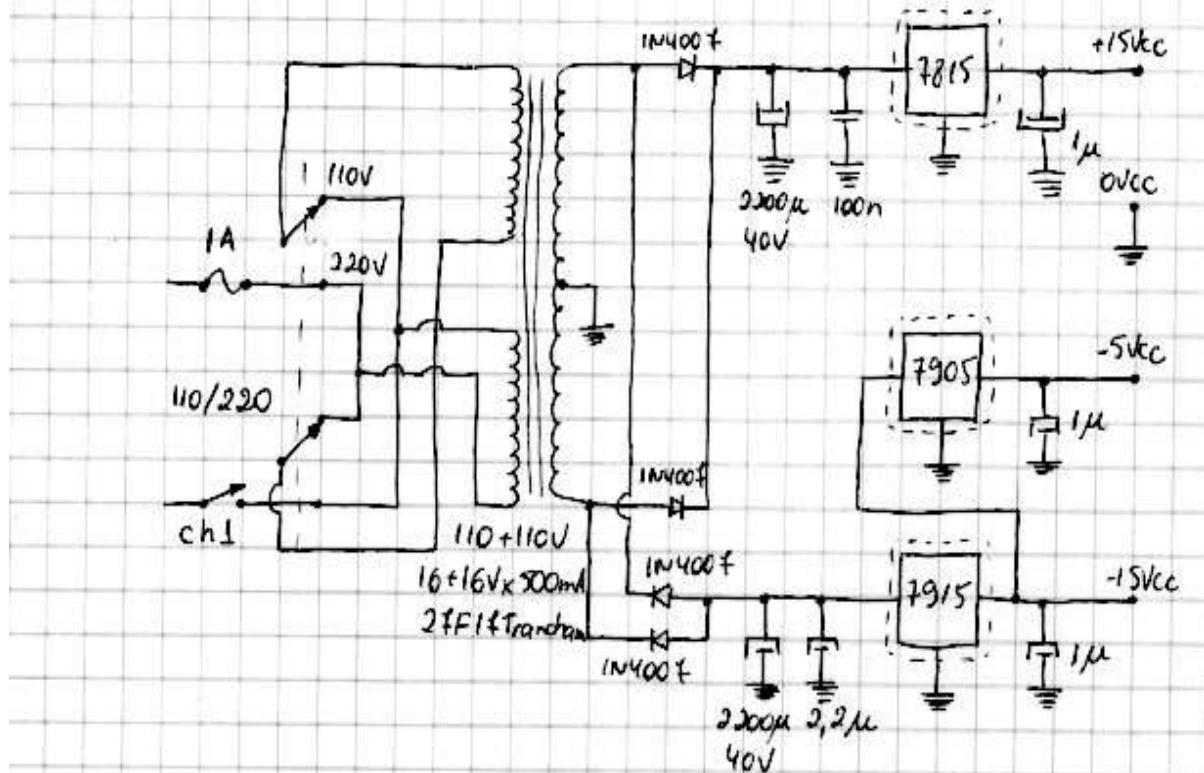
## Parte 5- Amplificador 110



## Parte 6 - Amplificador DC



## Parte f - Fonte de Alimentação



## Ajustes

P1= ajustar para um máximo ganho sem distorção na saída de IC4- Ajuste interno.

P2= ajusta o ganho do IC4 (2V<sub>pp</sub> a 25V<sub>pp</sub>). Ajuste externo.

P5= Ajusta a frequência de varredura (50Hz-902 ms). Ajuste interno.

P4= Ajusta F<sub>0</sub>.

P3= Ajuste da corrente Ajuda na linearidade da varredura (1,5mA a 1,8mA - valor proposto = 1,7mA).

P= Ajusta atenuação - Ajuste externo.

P6= Ajusta o nível de saída. Ajuste interno.

Pf= Ajusta o nível de amplificação do sinal detectado. Ajuste externo.

É imprescindível que o circuito fique alojado em um caixa metálica.

## Bobinas

L1= fa 12 espiras (11 espiras) de fio 21 AWG (0,724mm)

Ø = 6,25 mm.

$L = 12$  espiras de fio 21 ( $0,424\text{mm}$ ) em bobina com  
 $\phi = 6,25\text{mm}$ .

### Características - Módulos

Amplificador MWA J30 -  $G = 14\text{dB}$

$$V_{CC} = 15\text{V}$$

$$I = 10\text{mA}$$

$$N_{\max.in} = -16,5\text{dBm}$$

$$N_{\max.out} = -2,5\text{dBm}$$

Gerador de marca -  $N_{\max.out} = -13\text{dBm}$

Somador / Atenuador - Perda de inserção =  $12\text{dBm}$

Atenuação variável =  $25\text{dBm}$

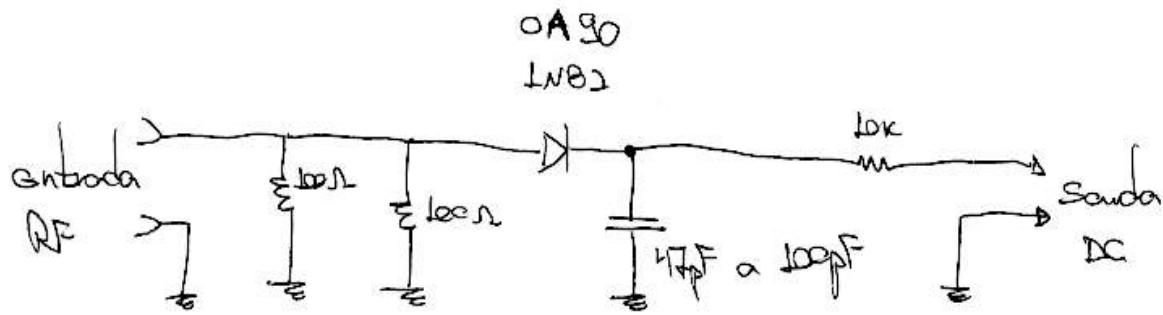
Oscilador de Varredura -  $N_{\max.out} = -10\text{dBm}$

$$I = 1,4\text{mA}$$

Gerador de Rampa -  $N_{\max.out} = 25\text{Vpp}$

$$F_{out} = 50\text{Hz} = 0,02\text{ms.}$$

### **Esquema do detetor e sua forma de funcionamento:**



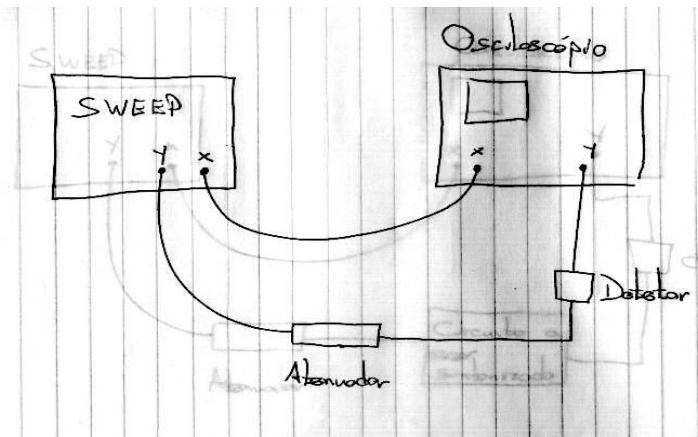
O detetor é responsável pela separação da RF de sua envoltória, criando assim um nível DC que será visualizado na tela do osciloscópio.

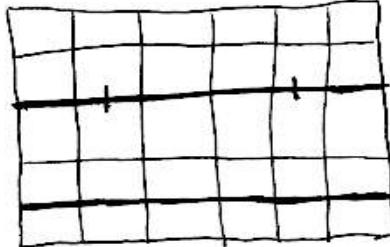
### **O atenuador e sua função:**

O atenuador basicamente é um circuito resistivo, com compensação em freqüência, com diversas chaves. Através destas chaves é possível definir o quanto se deseja atenuar um sinal. Esta atenuação pode ser feita, até, em degraus de 1 dB. Atenuar um sinal em 1 dB equivale, aproximadamente, a dividi-lo por 1,25.

### **Conexão entre um sweep, um osciloscópio, um detetor e o atenuador para calibração e marcação de referência:**

Para fazermos os ajustes de qualquer equipamento com precisão devemos calibrar os instrumentos, sweep, atenuador e osciloscópio para o perfeito ajuste do filtro. Para isto ligamos os equipamentos conforme a figura abaixo e ajustamos o nível de saída e amplificação do sweep, além do níveis de entrada do osciloscópio, para um certo número de divisões na tela do mesmo. Veja as figuras abaixo:



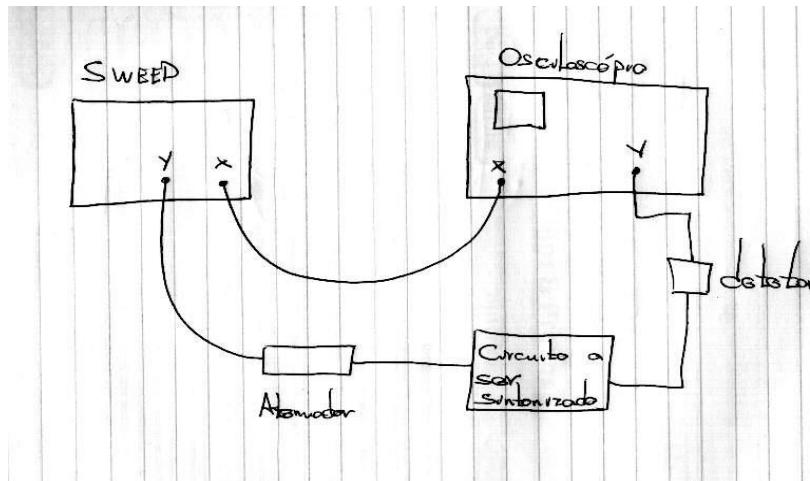


Exemplo de calibração dos equipamentos  
Aqui os equipamentos estão calibrados para um nível que ocupa duas divisões.

### Conexão entre um sweep, um osciloscópio, um detetor e um atenuador para ajustarmos um equipamento:

Para ajustarmos um filtro de FI, por exemplo, devemos fazer as conexões conforme mostrado na figura acima. A saída de RF do sweep deve ser ligada ao atenuador, a outra saída do atenuador deve ser conectado a entrada do filtro de FI, a saída do filtro de FI deve ser ligada na entrada do detetor e, finalmente, a saída do detetor deve ser ligada na entrada Y do osciloscópio (ou primeiro passar pelo amplificador DC do sweep e depois ir para a entrada Y do osciloscópio. Isto só é necessário quando o nível DC detectado for muito pequeno).

Quando o sinal passar pelo filtro de FI perceberemos que ele não terá mais a mesma amplitude, visualizada na tela do osciloscópio, do que anteriormente, ou seja, parte do sinal é atenuado pelo filtro. Para sabermos o quando o filtro está atenuando (normalmente se diz quanto o filtro está perdendo ou qual a perda de inserção do filtro), basta desatenuarmos no atenuador o necessário para que o nível volte a referência marcada anteriormente sem o filtro. Se desatenuarmos 2 dB o filtro estará perdendo 2 dB, se for 4 dB o filtro estará perdendo 4 dB. Veja figura abaixo:



Para vermos o ganho de circuitos amplificadores o procedimento é parecido, mas, neste caso, o sinal na tela do osciloscópio será maior do que a referência , devemos então usar as chaves do atenuador e atenuar o sinal até que o sinal na tela fique na mesma amplitude da referencia. Vemos então o quanto foi necessário atenuar, será este o ganho do amplificador. Por exemplo: Se atenuamos 20 dB o ganho do amplificador será de 20dB.

O esquema deste sweep está em diversos blocos, caso se deseje montá-lo deve-se usar como referência o diagrama de blocos, para que sejam confeccionadas o correto número de placas e que sejam feitas as ligações necessárias entre as placas.