

Dip meter

A determinação da frequência de ressonância de um circuito LC, dos valores de pequenos indutores e até mesmo a frequência de sintonia de pequenos receptores é um problema para a maioria dos leitores que não possuem instrumentação apropriada. Freqüencímetros, pontes de indutância, geradores de sinais são alguns dos caros aparelhos que servem para as finalidades propostas; no entanto, existem as alternativas econômicas e uma das mais importantes é o Dip meter. Com este simples instrumento podemos fazer tudo o que foi dito e muito mais, com boa precisão, facilitando assim o trabalho de todos que vez ou outra se defrontam com circuitos de alta frequência. O Dip meter descrito é de estado sólido, de baixo custo e com ótima sensibilidade, podendo ser montado com facilidade pela maioria dos leitores.

Newton C. Braga

Um Dip meter nada mais é do que um oscilador de alta frequência com bobinas intercambiáveis que apresenta características especiais. Operando livremente ele gera um sinal de frequência conhecida, servindo assim para a determinação de pontos na escala de sintonia de receptores. Entretanto, quando sua bobina osciladora se aproxima de um circuito ressonante qualquer (uma bobina e um capacitor) ocorre um fenômeno importante: quando a frequência do circuito se iguala a do conjunto LC próximo, ocorre uma mudança de condições internas que alteram a corrente de dreno do transistor de efeito de campo, e isso pode ser facilmente visualizado num instrumento.

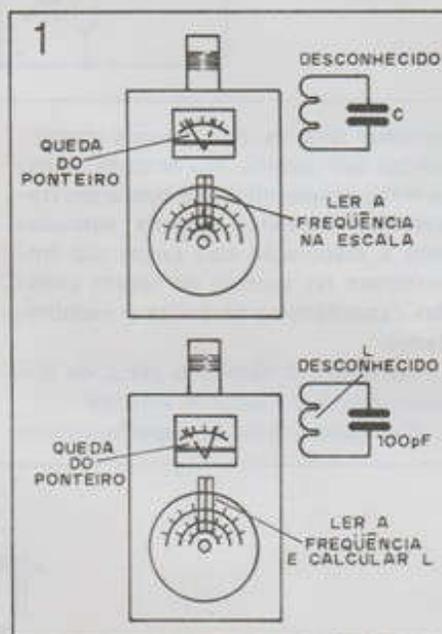
Desta forma, basta aproximar o aparelho do circuito LC desconhecido e ajustar a frequência do oscilador interno até o ponto em que se verifica a alteração na corrente (acusada pelo instrumento). Neste momento lemos diretamente na escala a sua frequência de ressonância (figura 1).

Para determinar a indutância de uma bobina basta proceder da mesma forma, ligando em paralelo com ela um capacitor de valor conhecido. De posse do valor da frequência de ressonância, calculamos facilmente a indutância, conforme explicaremos.

O circuito opera com uma tensão de 9V que pode vir de uma bateria pequena, sendo por isso totalmente portátil.

Daremos instruções para que você enrole 3 bobinas para a cobertura das frequências entre 1,2 e 25MHz, mas nada impede que novas bobinas ampliem este alcance para 100MHz, desde que algumas precauções sejam tomadas no sentido de se evitar pontos mortos nas escalas ou instabilidades.

Além dos usos propostos na introdução, o Dip meter serve também co-



mo excelente gerador de sinais para calibração de receptores.

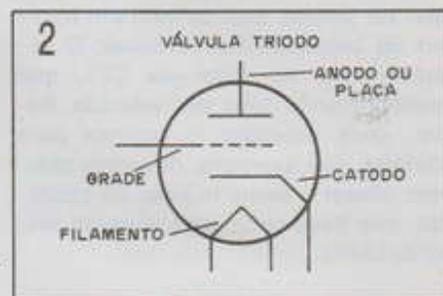
O CIRCUITO

Nos "velhos tempos" das válvulas, um instrumento muito popular entre os especialistas era o "Grid-dip Meter", que significa "medidor de mergulho de corrente de grade".

Este nome era devido ao fato de termos uma válvula triodo, na qual um dos elementos é a grade (grid), e que era ligada de tal forma a operar como osciladora de alta frequência (figura 2).

Quando este circuito era aproximado de um sistema ressonante LC, de frequência coincidente, ocorria uma queda ou "mergulho" (dip) na corrente de grade que podia ser acusada por um instrumento sensível.

Na versão moderna substituímos a válvula triodo por um transistor de efeito de campo (FET), e em lugar de termos uma variação na corrente de "gate", já que num FET sua elevada



impedância impede que isso ocorra, temos uma variação na corrente de dreno (D).

Ocorre então que, ao aproximarmos a bobina do circuito oscilador do "Dip meter" de um circuito ressonante LC, há uma forte queda na corrente de dreno, ou um "mergulho" do ponteiro indicador do instrumento usado.

Se o instrumento for dotado de um capacitor variável e um jogo apropriado de bobinas que permita cobrir uma ampla faixa de frequências, ele se torna um instrumento de extrema utilidade na determinação de frequências de ressonância e, de modo imediato, no cálculo de pequenas indutâncias.

O circuito que descrevemos faz justamente isso: o transistor de efeito de campo BF245 é ligado como oscilador Hartley, onde LX e CV determinam a frequência de operação. A realimentação vem através de C2 e a polarização de comporta (gate) é proporcionada pelo resistor R1.

Para detectar as variações da corrente de dreno ligamos um microamperímetro de 0-200µA (aproximadamente) em conjunto com um potenciômetro de ajuste, que permite colocar facilmente o ponteiro no centro da escala na operação normal.

Ajustando então CV podemos chegar ao ponto em que ocorra a coincidência de frequências entre o Dip meter e o circuito LC analisado, quando então a corrente de dreno cai, fazendo

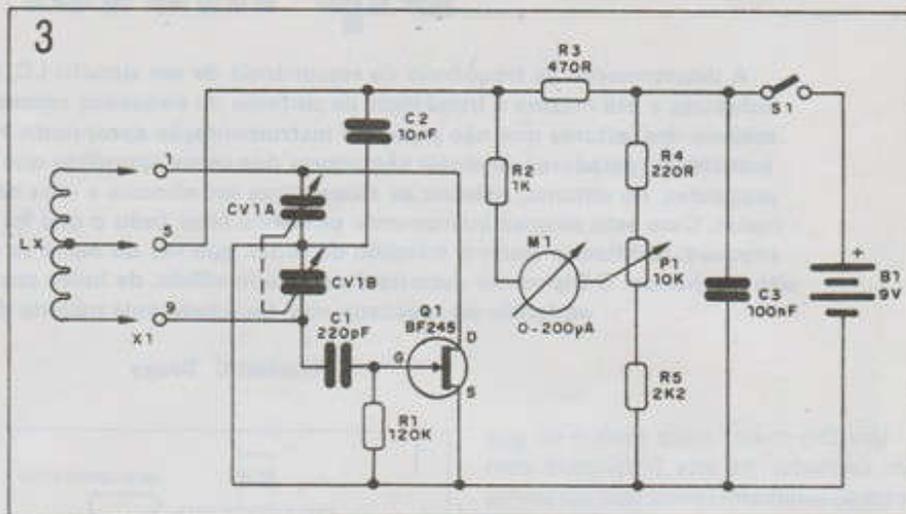
com que a tensão em M1 suba com uma forte deflexão do ponteiro do instrumento. Esta deflexão ocorre no sentido de haver uma queda da tensão indicada, já que a ponte é equilibrada com um valor positivo do lado do cursor de P1. Temos então um verdadeiro "mergulho" do ponteiro do instrumento quando a ressonância é encontrada.

A operação acima de 30MHz encontra dois tipos de problemas que exigem habilidade do montador: o primeiro se refere às bobinas, que devem ter poucas espiras com um mínimo de capacitâncias parasitas. O segundo está no valor de CV1, que eventualmente deve ser reduzido. Assim, para estender o alcance para 100MHz, por exemplo, devemos também alterar o limite inferior da operação, que deve subir para algo em torno de 5MHz.

MONTAGEM

Na figura 3 damos o diagrama completo do aparelho.

Observe que se trata de circuito



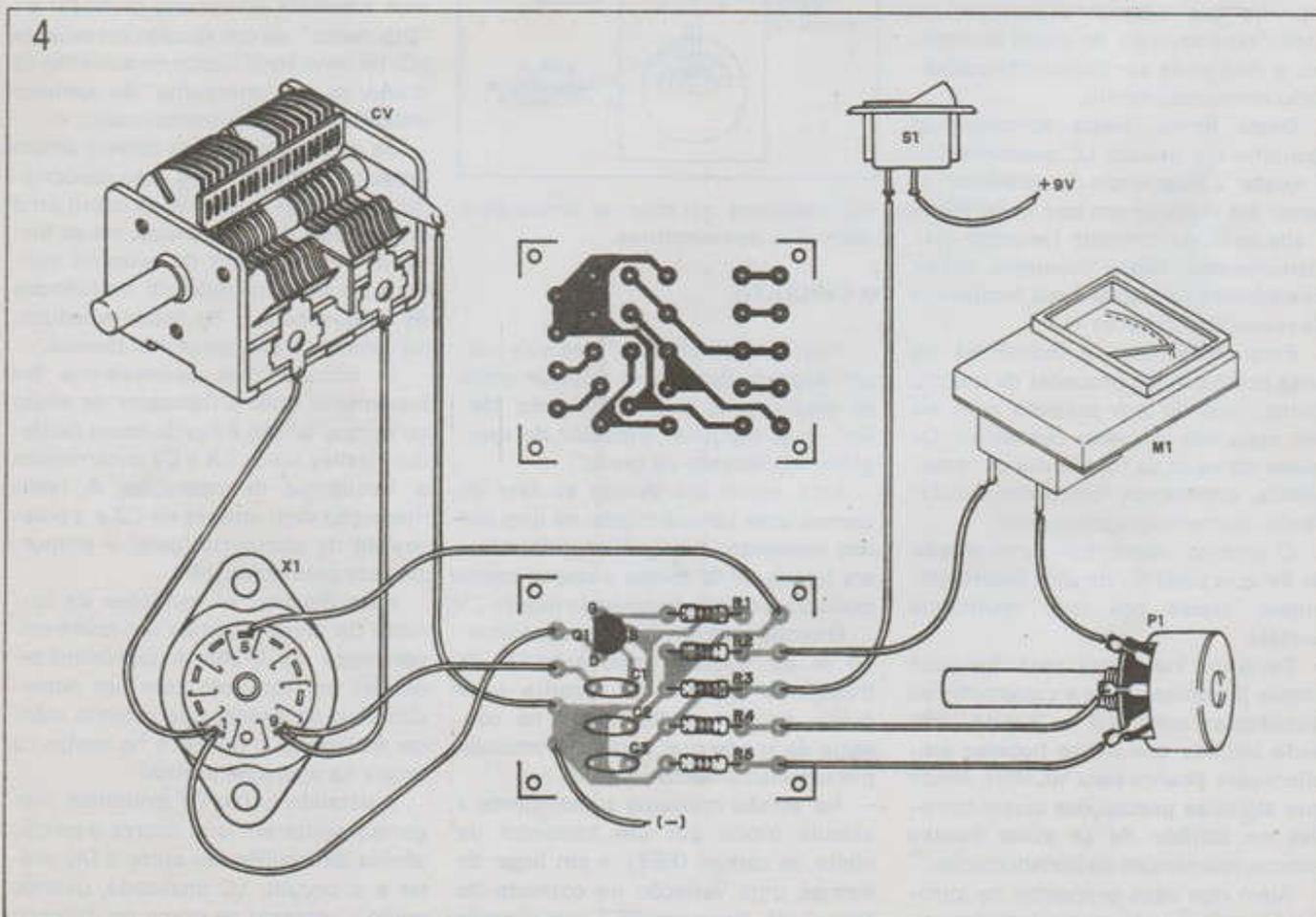
bastante simples, pois poucos componentes são usados. No entanto, como se trata de aparelho que opera em frequências elevadas, alguns cuidados com a disposição das peças são importantes no sentido de serem evitadas capacitâncias parasitas e instabilidades.

Na figura 4 damos a placa de circuito impresso, bastante simples.

Na figura 5 temos o aspecto interno

da montagem, com a disposição dos componentes numa caixa Patola de 12 x 8 x 5cm.

O variável é do tipo de duas seções, aproveitado de um rádio de válvulas fora de uso, e seu valor não é crítico, pois em sua função é que faremos a calibração da escala. Variáveis com capacitâncias máximas na faixa de 190 a 300pF podem ser usados. Na verdade, você não deve se preocupar com o



LISTA DE MATERIAL

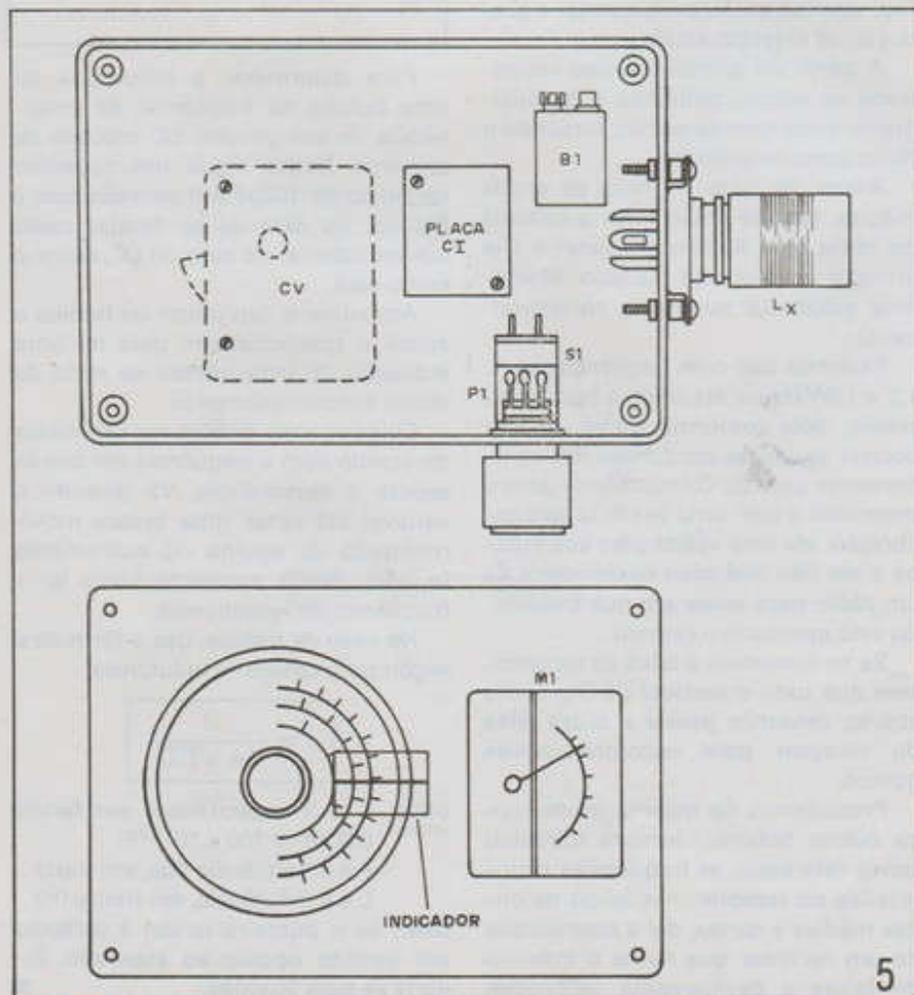
Q1 - BF245 - transistor de efeito de campo (Philips)
 M1 - 0-200 μ A - microamperímetro
 B1 - 9V - bateria
 Lx - bobinas - ver texto
 CV - variável de 2 seções 290 + 290pF - ver texto
 C1 - 220pF - capacitor cerâmico
 C2 - 10nF - capacitor cerâmico
 C3 - 100nF - capacitor cerâmico
 R1 - 120k - resistor (marrom, vermelho, amarelo)
 R2 - 1k - resistor (marrom, preto, vermelho)
 R3 - 470 ohms - resistor (amarelo, violeta, marrom)

R4 - 220 ohms - resistor (vermelho, vermelho, marrom)
 R5 - 2k2 - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
 P1 - 10k - potenciômetro com chave
 S1 - interruptor simples (conjugado a P1)

Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem (Patola Ref. 15), conector para bateria de 9V, soquete noval para válvulas, plugue de 9 pinos, tubos de papelão para as bobinas, fio esmaltado 28AWG, knob para o potenciômetro, knob para o variável, solda etc.

valor exato das capacitâncias extremas deste componente, pois ensinaremos como fazer a calibração do aparelho sem levar em conta este fato. Basta que o variável seja do tipo usado em rádios de ondas médias antigos, com duas seções e eixo fino para fixação do botão, que o problema está resolvido!

O instrumento é um microamperímetro do tipo usado como VU em aparelhos de som. Seu valor não é crítico, podendo ter fundo de escala entre 100 e 300 μ A. Até mesmo um miliamperímetro de 0-1mA pode ser usado com a troca de P1 por um potenciômetro de 2k2.



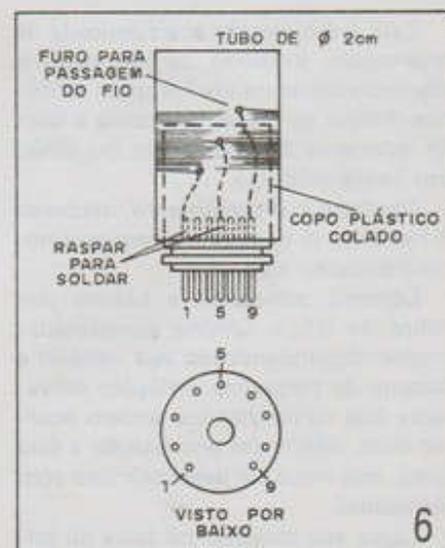
Este potenciômetro pode incorporar o interruptor geral, como no protótipo, facilitando assim a utilização do aparelho.

Os resistores são de 1/8W com 10% de tolerância e os capacitores são todos cerâmicos de boa qualidade. Para Q1 podemos usar o BF245 ou ainda o MPF102. No caso do MPF102, entretanto, a disposição dos terminais é diferente, o que deve ser previsto na sua colocação na placa.

Para um capacitor variável de aproximadamente 210pF de capacitância máxima damos as bobinas com as faixas de frequências cobertas, mas, como podem haver tolerâncias, os valores são aproximados. A calibragem exata será explicada mais adiante.

Todas as bobinas (3) são enroladas em tubos de papelão de 2cm de diâmetro com comprimento variando entre 2 e 4cm (conforme o número de espiras).

O encaixe no Dip meter é feito por meio de um soquete noval e base correspondente de 9 pinos, do tipo usado para válvulas. Na figura 6 mostramos pormenores da construção de uma destas bobinas.



Na tabela a seguir relacionamos o número de espiras e a faixa de frequência coberta pela correspondente bobina. Veja que as bobinas possuem tomada central e são enroladas com fio esmaltado 28AWG.

Faixa (MHz)	Espiras
0,5 a 1,8	45 + 45
1,5 a 5	22 + 22
4 a 25	12 + 12

Para chegar aos 40MHz a bobina pode ser de 7+7 espiras, no entanto, dependendo do variável, podem ocorrer pontos mortos na sintonia, ou seja, pontos sem oscilação. O variável deve ser de capacitância máxima da ordem de 80pF para este caso. O mesmo se dá no caso de uma frequência de 80MHz, em que temos aproximadamente 4+4 espiras.

Na construção da bobina o fio esmaltado pode ser mantido firme com a utilização de cola ou mesmo cera de vela.

Para a conexão da bateria usamos um conector próprio. A fixação pode ser feita com a ajuda de uma braçadeira.

No variável fixamos um knob que permite a colocação de uma escala tripla (ou quádrupla, se você enrolar 4 bobinas).

Este knob é do tipo encontrado em rádios transistorizados, onde um pedaço de acrílico transparente com uma linha vermelha serve de referência para o ajuste das frequências desejadas.

CALIBRAÇÃO

Esta é a operação mais delicada da montagem, exigindo do montador a disponibilidade de um receptor de ondas médias ou curtas que cubra a faixa de operação do Dip meter ou então um freqüencímetro.

Daremos o procedimento utilizando o receptor, já que com o freqüencímetro o trabalho é imediato.

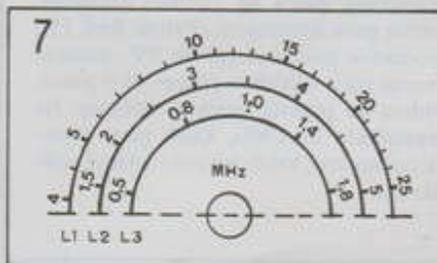
Comece colocando a bobina que cobre de 0,5 a 1,8MHz aproximadamente (dependendo do seu variável e mesmo de pequenas variações de valores dos componentes, podem ocorrer boas diferenças em relação a esta faixa, mas você vai descobrir isso com facilidade).

Ligue seu receptor na faixa de ondas médias e feche todo o variável do Dip meter. Coloque o receptor a uma distância de uns 30cm do Dip meter e vá girando sua sintonia até captar o sinal do oscilador na forma de um "so-pro" ou leve chiado. Eventualmente pode ser um apito, se houver coincidência de frequência com alguma estação local.

Neste ponto você tem a primeira referência de frequência para sua escala. Se nada for captado, deixe o variável do receptor na frequência menor

da faixa de ondas médias (530kHz) e vá abrindo o variável do Dip meter até que o sinal seja captado. Você tem então a nova referência para sua escala.

Veja que é conveniente, antes, saber exatamente qual é o ângulo de giro de seu variável e já deixar preparado um papel para a marcação dos valores (figura 7).



Na localização do sinal do Dip meter é importante tomar cuidado para não marcar a frequência de uma oscilação harmônica, ou seja, um múltiplo da frequência original, o que pode resultar numa escala errada.

O sinal fundamental é o mais forte, captado em todo o giro do variável do Dip, quando então podemos ter a produção de diversos sinais.

A partir do primeiro ponto encontrado na escala, podemos ir gradualmente encontrando outros, tomando o rádio como referência.

Assim, no caso da faixa de ondas médias, bastará então levar a sintonia do rádio para 800kHz e ajustar o Dip até que o sinal seja captado. Marcamos então 0,8 na escala correspondente.

Fazemos isso com frequências de 1; 1,3 e 1,6MHz ou até onde a bobina alcançar, pois conforme vimos, podem ocorrer variações em função dos componentes usados. O importante para o montador é que, uma vez feita esta calibração, ela será válida para sua bobina e ele não terá mais necessidade de um rádio para saber em que frequência está operando o circuito.

Se terminarmos a faixa do receptor, sem que todo o variável do Dip esteja aberto, devemos passar a outra faixa do receptor para encontrar novos pontos.

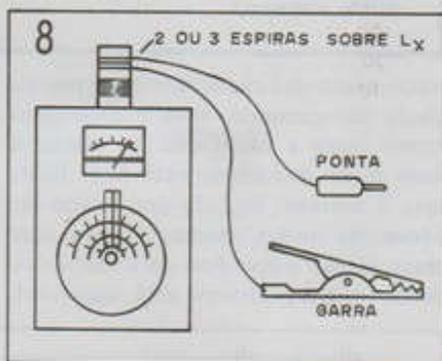
Procedemos do mesmo modo com as outras bobinas, sempre tomando como referência as frequências sintonizadas no receptor, nas faixas de ondas médias e curtas, daí a necessidade de um receptor que tenha o máximo de faixas e devidamente calibradas.

Para saber se seu receptor está realmente calibrado você pode se basear por estações conhecidas que sejam sintonizadas com facilidade.

USO

Como gerador de sinais basta ajustar a frequência na escala, com a bobina que cubra a faixa desejada, e depois aproximar o Dip meter do aparelho no qual se deseja fazer a injeção.

Um elo de acoplamento pode ser improvisado, conforme mostra a figura 8, no caso de circuitos de menor sensibilidade.



Para determinar a indutância de uma bobina ou frequência de ressonância de um circuito LC proceda da seguinte forma: ligue um capacitor cerâmico de 100pF em paralelo com a bobina, no caso de se desejar saber sua indutância; no caso do LC, deixe-o como está.

Aproxime o Dip meter da bobina e ajuste o potenciômetro para ter uma indicação do instrumento no meio da escala aproximadamente.

Coloque uma bobina no Dip meter de acordo com a frequência em que se espera a ressonância. Vá girando o variável até notar uma brusca movimentação da agulha do instrumento (queda). Neste momento basta ler a frequência de ressonância.

No caso da bobina, use a fórmula a seguir para calcular a indutância:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L.C}}$$

onde: C é a capacitância, em farads (100pF = 100×10^{-12} F)

F é a frequência lida, em Hertz

L é a indutância, em Henry (H)

Obs.: se o ponteiro tender à deflexão em sentido oposto ao esperado, inverta as suas ligações. ■